ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1909.

PRÉSIDENCE DE M. BOUCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les familles de Lamé engendrées par le déplacement d'une surface qui demeure invariable de forme.* Note de M. Gaston Darboux.

Le problème de la recherche de la surface la plus générale qui, en se déplaçant sans changer de forme, engendre une famille de Lamé, c'est-à-dire une famille de surfaces faisant partie d'un système triple orthogonal, a été posé pour la première fois, dans mon *Mémoire sur la théorie des coordonnées curvilignes et des systèmes orthogonaux* inséré en avril 1878 aux *Annales de l'École Normale supérieure* (2e série, t. VII, p. 122). J'ai montré que la surface cherchée doit satisfaire à une équation aux dérivées partielles du troisième ordre, dont l'intégration donnerait la solution complète du problème et dont on connaît, d'ailleurs, plusieurs solutions particulières. Depuis, cette question a été l'objet des recherches d'un assez grand nombre de géomètres, Joseph Bertrand, MM. Petot, Demoulin, E. Cosserat, Adam, Goursat, Lucien Lévy, Haag, etc. Elle est d'ailleurs loin d'être résolue. Si j'y reviens aujourd'hui, c'est pour montrer qu'il y a grand intérêt à associer, à la famille de Lamé qu'on recherche, les deux autres familles qui, avec elle, complètent le système orthogonal.

Il résulte de mes premières études que si, comme il arrive dans le cas général, la surface cherchée (S) engendre, *dans un seul mouvement,* une famille de Lamé, le mouvement qui lui est imprimé ne peut être qu'un mouvement hélicoïdal ($\mathcal{H}$). Il résulte de là évidemment que ce mouvement, conservant la famille de Lamé engendrée par la surface (S), doit également

conserver les deux autres familles qui lui sont associées. Par suite, ces deux autres familles seront, comme la première, engendrées respectivement par deux surfaces (S_1) et (S_2) auxquelles on imprimera le mouvement hélicoïdal $(\mathcal{H})$; ou bien elles pourront être engendrées par des hélicoïdes qui glisseront sur eux-mêmes quand on leur imprimera ce mouvement hélicoïdal. Il y a donc trois cas à distinguer : le premier, qui sera évidemment le plus général, sera celui où les trois familles qui composent le système triple sont engendrées toutes les trois par le même mouvement hélicoïdal imprimé à trois surfaces distinctes (S), (S_1), (S_2); le deuxième et le troisième seront ceux pour lesquels une ou deux des trois familles du système triple seront composées d'hélicoïdes qui glisseront sur eux-mêmes dans le mouvement $(\mathcal{H})$.

Pour mettre en équation le problème dans ces différents cas, nous procéderons de la manière suivante :

Prenons pour axe des z l'axe même du mouvement hélicoïdal et soit k le pas réduit de ce mouvement. Si nous supposons qu'on fasse jouer au paramètre ρ_i d'une des trois familles le rôle du temps, les composantes du déplacement infiniment petit d'un point dans le mouvement hélicoïdal seront

$$-y r_i \, d\rho_i, \quad x r_i \, d\rho_i, \quad k r_i \, d\rho_i,$$

r_i étant la rotation infiniment petite, qui sera une fonction de ρ_i.

Si l'on applique ces formules à un point de la surface (S_i) et si l'on projette le déplacement ainsi obtenu sur la normale à la surface (S_i), cette projection aura pour valeur

$$r_i(xY_i - yX_i + kZ_i)\, d\rho_i,$$

X_i, Y_i, Z_i désignant les cosinus directeurs de la normale à la surface (S_i).

Si donc cette surface (S_i) est un hélicoïde qui n'est pas déplacé par le mouvement $(\mathcal{H})$, on devra avoir

$$xY_i - yX_i + kZ_i = 0. \tag{1}$$

Si au contraire cette surface (S_i) est déplacée par le mouvement $(\mathcal{H})$, le déplacement infiniment petit devra donner la surface infiniment voisine et la projection sur la normale à (S_i) devra être $H_i d\rho_i$, en conservant les notations de Lamé. On aura donc

$$H_i = r_i(xY_i - yX_i + kZ_i),$$

ou plus simplement, en choisissant convenablement ρ_i,

$$H_i = xY_i - yX_i + kZ_i. \tag{2}$$

De là résulte que les trois cas que nous avons à étudier sont définis par les trois systèmes suivants :

$$(\mathrm{A})\begin{cases} H = xY - yX + kZ, \\ H_1 = xY_1 - yX_1 + kZ_1, \\ H_2 = xY_2 - yX_2 + kZ_2, \end{cases} \qquad (\mathrm{B})\begin{cases} H = xY - yX + kZ, \\ H_1 = xY_1 - yX_1 + kZ_1, \\ 0 = xY_2 - yX_2 + kZ_2, \end{cases}$$

$$(\mathrm{C})\begin{cases} H = xY - yX + kZ, \\ 0 = xY_1 - yX_1 + kZ_1, \\ 0 = xY_2 - yX_2 + kZ_2, \end{cases}$$

que nous allons successivement examiner, en tenant compte des relations bien connues qui existent entre x, y, z, H, H_1, H_2 et les cosinus directeurs. Ces relations sont les suivantes :

$$\frac{\partial u}{\partial \rho_i} = H_i U_i, \tag{3}$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial \rho_k} = \beta_{ki} U_k, \tag{4}$$

$$\frac{\partial U_i}{\partial \rho_i} = -\beta_{ki} U_k - \beta_{li} U_l, \tag{5}$$

$$\frac{\partial H_i}{\partial \rho_k} = \beta_{ki} H_k, \tag{6}$$

$$\frac{\partial \beta_{ik}}{\partial \rho_l} = \beta_{il}\beta_{lk}, \tag{7}$$

$$\frac{\partial \beta_{ik}}{\partial \rho_i} + \frac{\partial \beta_{ki}}{\partial \rho_k} + \beta_{li}\beta_{lk} = 0, \tag{8}$$

où u désigne, suivant la notation de Lamé, une des trois coordonnées x, y, z et U_i le cosinus correspondant : X_i, ou Y_i, ou Z_i.

Étudions d'abord le système (C). En différentiant la deuxième équation par rapport à ρ_2 et tenant compte de la troisième, il viendra

$$X_1Y_2 - Y_1X_2 = 0, \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad Z = 0.$$

Alors, en multipliant les trois équations (C), respectivement par Z, Z_1, Z_2, et les ajoutant, on aura

$$k = 0.$$

Deux des familles seront donc formées de surfaces de révolution ayant

pour axe l'axe des z. La troisième famille sera composée des plans passant par cet axe. Ce cas est banal. Nous pouvons ne pas nous y arrêter.

Examinons maintenant les équations (B). En les différentiant, on sera conduit aisément aux conclusions suivantes :

Les H_i, et par suite les β_{ik}, ne dépendent que de deux variables, à savoir $\rho - \rho_1$ et ρ_2. De plus, on a

$$(9) \qquad Z = -\beta_{21}, \qquad Z_1 = \beta_{20}, \qquad Z_2 = \beta_{01} - \beta_{10}.$$

Par conséquent, quand on connaîtra les β_{ik}, tous les cosinus directeurs se détermineront par une simple quadrature.

Ce second cas pouvant être déduit du cas général par le passage à la limite, nous nous bornerons aux indications précédentes, et nous passerons aux équations (A).

En effectuant de même les différentiations, nous verrons que H, H_1, H_2 satisfont tous les trois à l'équation

$$(10) \qquad \sigma(\theta) = \frac{\partial\theta}{\partial\rho} + \frac{\partial\theta}{\partial\rho_1} + \frac{\partial\theta}{\partial\rho_2} = 0,$$

et sont, par conséquent, des fonctions de *deux* variables seulement, par exemple $\rho - \rho_1$ et $\rho - \rho_2$. Il en sera évidemment de même des rotations β_{ik}. De plus, on aura

$$(11) \qquad Z = \beta_{12} - \beta_{21}, \qquad Z_1 = \beta_{20} - \beta_{02}, \qquad Z_2 = \beta_{01} - \beta_{10};$$

de sorte qu'ici encore les neuf cosinus s'obtiendront par une simple quadrature, quand on connaîtra les β_{ik}.

Si, par exemple, on emploie les trois angles d'Euler, on aura

$$(12) \qquad Z = -\sin\theta\sin\varphi, \qquad Z_1 = -\sin\theta\cos\varphi, \qquad Z_2 = \cos\theta,$$

et le troisième angle ψ sera déterminé par la quadrature

$$(13) \qquad \psi = \int \frac{1}{\sin\theta}[-\beta_{20} Z_1\, d\rho + \beta_{21} Z\, d\rho_1 + (Z_1\beta_{02} - Z\beta_{12})\, d\rho_2],$$

qui porte au fond sur des fonctions de deux variables seulement. Car on a

$$(14) \qquad \sigma(\psi) = \sum \frac{\partial\psi}{\partial\rho_i} = -1,$$

et, par conséquent,

$$\psi = -\rho + F(\rho - \rho_1, \rho - \rho_2).$$

Quand on aura les β_{ik} et les cosinus directeurs, les H_i se détermineront par

le système (6),

(15) $$\frac{\partial H_i}{\partial \rho_k} = \beta_{ki} H_k,$$

qui, avec la condition

(16) $$\sigma(H_i) = 0,$$

devient un système complet et s'intègre avec trois constantes arbitraires. L'une de ses intégrales est

(17) $$HZ + H_1 Z_1 + H_2 Z_2 = k,$$

de sorte qu'on pourra prendre arbitrairement le pas des hélicoïdes.

Au reste, au lieu de déterminer les H_i, il vaut mieux s'adresser directement aux coordonnées rectangulaires x, y, z, qui seront déterminées par le système

(18) $$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial \rho_i} &= X_i(xY_i - yX_i + kZ_i), \\ \frac{\partial y}{\partial \rho_i} &= Y_i(xY_i - yX_i + kZ_i), \\ \frac{\partial z}{\partial \rho_i} &= Z_i(xY_i - yX_i + kZ_i). \end{aligned}\right.$$

On voit que les deux coordonnées x, y se déterminent à part, et l'on a ensuite z par une quadrature.

Il ne serait pas difficile de montrer que la détermination de x, y peut se ramener à l'intégration simultanée de *deux* équations de Riccati, suivie de quadratures. Mais je n'insiste pas sur ces détails.

Si l'on intègre le système (15) en écartant la condition (16), on sera conduit à tous les systèmes triples orthogonaux ayant même représentation sphérique que les précédents. On peut les définir par la propriété suivante :

Les représentations sphériques des différentes surfaces qui composent une des trois familles du système sont des courbes sphériques toutes égales qui se déduisent les unes des autres par des rotations autour d'un diamètre fixe.

On est ainsi conduit à se poser le problème plus général :

Rechercher tous les systèmes triples tels que les représentations sphériques des surfaces qui composent une de leurs trois familles soient des courbes égales, se déduisant les unes des autres par des déplacements entièrement arbitraires.

Je remarquerai, en terminant, que les équations (A) pourraient être mises

sous la forme suivante :

$$1 = k\frac{\partial \rho_i}{\partial z} + x\frac{\partial \rho_i}{\partial y} - y\frac{\partial \rho_i}{\partial x},$$

et, sous cette nouvelle forme, elles pourraient aisément être intégrées. On pourrait, par exemple, les remplacer par les équations en termes finis

$$\rho_i = \frac{z}{k} + f_i\left(\sqrt{x^2+y^2},\ z - k \operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x}\right).$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé général de préparation des monoalcoyl, dialcoyl et trialcoylacétophénones.* Note de MM. **A. Haller** et **Ed. Bauer.**

Dans une précédente Communication ([1]), nous avons montré que les cétones aromatiques du type benzophénone chauffées, au sein du benzène ou du toluène, en présence de l'amidure de sodium, donnent naissance soit à des produits d'addition avec l'amidure, soit à des produits de dédoublement.

Nous avons cherché à appliquer cette réaction à des cétones mixtes aromatiques et grasses (arylalcoylcétones), et avons constaté que seules les cétones de la formule $C^6H^5.CO.C\begin{cases}R\\R'\\R''\end{cases}$, dans lesquelles R, R′ et R″ sont des radicaux hydrocarbonés gras, subissent le dédoublement observé sur les diarylcétones. Comme nous le démontrerons dans la suite, ces combinaisons, chauffées avec de l'amidure de sodium, se scindent en benzine et en amides d'acides trialcoylacétiques dont un seul, l'acide pivalique, est réellement bien connu et étudié.

La présente Note a pour but de montrer comment nous avons préparé quelques-unes de ces cétones.

La seule connue est la triméthylacétophénone ou pivalylbenzène

$$C^6H^5.CO.C\begin{cases}CH^3\\CH^3\\CH^3\end{cases}$$

([1]) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 824.

obtenue par M. Nef [1] en chauffant en tube scellé, à 150°, de l'acétophénone avec de l'iodure de méthyle et de la potasse.

La préparation des homologues supérieurs de cette cétone par la méthode du savant américain semblant déjà ne plus donner de résultats satisfaisants avec l'iodure d'éthyle, nous avons effectué l'alcoylation de l'acétophénone par l'intermédiaire de l'amidure de sodium.

L'un de nous a déjà préconisé et appliqué cette méthode à l'alcoylation de cétones cycliques comme le camphre, la menthone, la thuyone, la méthylcyclohexanone, etc., et en a obtenu de bons résultats [2]. Peu de temps après, M. Claisen [3] utilisa la même méthode pour préparer les mono et diéthylacétophénone et la monobenzylacétophénone, sans toutefois pousser la substitution jusqu'aux trialcoylacétophénones.

Dans nos recherches nous avons réussi à remplacer successivement un, deux et trois atomes d'hydrogène par un, deux et trois radicaux méthyle et éthyle, et avons obtenu finalement les triméthyl et triéthylacétophénones.

Il n'en fut plus de même quand nous fîmes agir les iodures de propyle ou d'allyle sur le produit de l'action de l'amidure de sodium sur l'acétophénone. Il se forma principalement, dans ces conditions, des produits de condensation à point d'ébullition très élevé.

Les choses se passent autrement quand on opère sur des homologues supérieurs de l'acétophénone, comme l'éthyle et la propylphénylcétone, qui se prêtent facilement à la substitution des radicaux propylique, allylique, isoamylique, etc., lorsqu'on soumet ces cétones sodées à l'action de ces iodures alcooliques.

Mode opératoire. — On dissout la cétone à alcoyler dans la benzine sèche et pure et l'on ajoute à cette solution la quantité équimoléculaire d'amidure de sodium finement pulvérisé. Le ballon est ensuite muni d'un réfrigérant à fermeture à mercure et d'un tube à brome. On fait bouillir le mélange au bain-marie; l'amidure entre en réaction, tandis qu'il se dégage de l'ammoniaque qu'on peut recevoir dans une solution titrée d'acide sulfurique.

Suivant la cétone employée, la réaction est achevée au bout de 30 minutes ou de 3 heures. La liqueur est presque limpide, légèrement brunâtre et très hygroscopique. C'est dans cette solution qu'on fait couler goutte à goutte l'iodure ou le bromure alcoolique. La précipitation de NaI ou de NaBr commence en général au bout de quelques minutes.

---

(1) Nef, *Ann. Chem. und Pharm.*, t. CCCX, 1899, p. 316.
(2) A. Haller, *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1139; t. CXL, p. 127 et 1625.
(3) Claisen, *Deut. chem. Ges.,* t. XXXVIII, 1905, p. 697.

Il est bon, surtout lorsqu'on opère avec l'iodure de méthyle, de faire arriver le tube de l'ampoule à brome aussi près que possible de la surface du liquide, pour éviter la formation d'iodure de tétraméthylammonium avec l'atmosphère d'ammoniaque qui existe dans le ballon.

Les iodures de méthyle et d'éthyle réagissent assez vivement sur les cétones sodées et la substitution est effectuée au bout de très peu de temps. Avec les iodures supérieurs, il est bon de chauffer de 3 heures à 10 heures.

La réaction terminée, on traite par de l'eau à plusieurs reprises, on distille la benzine et l'on rectifie la cétone sous pression réduite.

Les oximes de ces cétones s'obtiennent, pour les premiers termes, en les faisant bouillir en milieu alcoolique avec du chlorhydrate d'hydroxylamine additionné de la quantité moléculaire de carbonate de soude. Avec les termes supérieurs, il vaut mieux employer le réactif de Crismer, qui donne des rendements quantitatifs.

I. *Triméthylacétophénone ou pivalylbenzène* $C^6H^5.CO.C(CH^3)^3$. — Déjà obtenue par Nef, cette cétone se prépare facilement par notre méthode :

1° En méthylant successivement trois fois, suivant le mode opératoire indiqué plus haut, l'acétophénone sodée au moyen de l'amidure ;

2° En méthylant, en une fois, le dérivé sodé de l'isopropylphénylcétone obtenu par l'action du chlorure d'isobutyryle sur le benzène, en présence de chlorure d'aluminium. (Rendement : 90-95 pour 100 de la théorie.)

Dans ces deux préparations, on peut opérer en milieu éthéré ou benzénique anhydre, en méthylant soit avec de l'iodure, soit avec du bromure de méthyle.

La triméthylacétophénone constitue un liquide mobile, à odeur agréable, un peu poivrée, distillant à 103°-104° sous 13^{mm}.

Son oxime cristallise en tablettes fondant à 166°-167° (165° selon Nef).

II. *Éthyldiméthylacétophénone* $C^6H^5.CO.C\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup(CH^3)^2\\ \diagdown C^2H^5\end{matrix}$. — Préparée soit en méthylant deux fois la propylphénylcétone, soit en éthylant avec l'iodure ou le bromure d'éthyle l'isopropylphénylcétone.

Dans ce dernier cas, en partant de 50^g d'isopropylcétone, on a obtenu 54^g du produit cherché passant à point fixe. Les deux opérations peuvent se faire en milieu éthéré ou benzénique; les produits obtenus ont été identifiés par leurs oximes.

Liquide mobile à odeur agréable, passant à 112°,5 sous 10^{mm}.

Son oxime se présente sous la forme d'aiguilles fondant à 139° et solubles à chaud dans l'alcool, au sein duquel elle cristallise par refroidissement.

III. *Propyldiméthylacétophénone* $C^6H^5COC\begin{matrix}\diagup\!\!\diagup(CH^3)^2\\ \diagdown C^3H^7\end{matrix}$. — Obtenue en

faisant agir l'iodure de propyle sur l'isopropylphénylcétone, sodée en milieu benzénique, cette cétone constitue un liquide à odeur pénétrante passant de 121 à 123 sous une pression de 10^{mm}.

Son oxime, préparée au moyen du réactif de Crismer, fond à 132°-133° et cristallise en aiguilles au sein de sa solution hydro-alcoolique.

IV. *Méthyldiéthylacétophénone* $C^6H^5COC\begin{smallmatrix}\diagup(C^2H^5)^2\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$. — Préparée en éthylant deux fois successivement de l'éthylphénylcétone sodée au sein de la benzine, ce composé se présente sous la forme d'un liquide à odeur aromatique passant à 125°-126° sous 11^{mm}. Son oxime fond à 121°.

V. *Triéthylacétophénone* $C^6H^5COC(C^2H^5)^3$. — Cette cétone a été obtenue par éthylation successive de l'acétophénone en milieu benzénique et par éthylation de la propylphénylcétone également au sein du benzène.

Liquide à odeur très agréable distillant à 145°-146° sous 16^{mm}. Son oxime, qui n'a pu être préparée qu'avec le réactif de Crismer, cristallise dans l'alcool aqueux en fines aiguilles fondant à 160°-161°.

VI. *Méthyléthylpropylacétophénone* $C^6H^5COC\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -C^2H^5\\ \diagdown C^3H^7\end{smallmatrix}$. — Si dans l'éthylation de l'éthylphénylcétone on essaie de s'arrêter au stade de la formation de la méthyléthylcétone, on constate qu'on n'obtient pas un produit à point d'ébullition constant, le liquide distillant de 100° à 120° sous 100^{mm}. Mais, en opérant sur de notables quantités de cétone sodée qu'on soumet à l'action d'une première molécule d'iodure d'éthyle, on réussit à isoler un liquide passant de 105° à 107° sous 10^{mm} et qui est constitué par de la méthyléthylacétophénone. Ce produit a été sodé à son tour et chauffé avec de l'iodure de propyle. Après les traitements appropriés, on obtient finalement un liquide passant à 135°-136° sous 11^{mm} et qui est constitué par la cétone dissymétrique cherchée.

L'oxime préparée avec le réactif de Crismer fond à 99°-100°.

VII. *Allyldiméthylacétophénone* $C^6H^5COC\begin{smallmatrix}\diagup C^3H^5\\ \diagdown(CH^3)^2\end{smallmatrix}$. — Ainsi que nous l'avons exposé au début de cette Note, l'allylation directe de l'acétophénone ne réussit pas. On obtient des produits de condensation complexes dont il est difficile d'isoler un corps à point d'ébullition constant. Il n'en est plus de même quand on s'adresse à une acétophénone déjà substituée et renfermant en particulier 1^{at} de carbone tertiaire comme la diméthylacétophénone ou isopropylphénylcétone. Préalablement sodée au sein du

benzène avec l'amidure, cette cétone fournit en effet avec l'iodure d'allyle la diméthylallylacétophénone avec un rendement de 90 pour 100 de la théorie.

C'est un liquide à odeur peu agréable, distillant à 121° sous une pression de 11^{mm}.

On a essayé de préparer son oxime en la chauffant pendant 10 heures, en solution alcoolique, avec le sel de Crismer, sans arriver à produire cette combinaison.

En résumé, ces recherches montrent que les arylalcoylcétones de la formule générale $C^6H^5CO - R$, dans lesquelles le radical R a la forme $CH^2 - R'$ et $CH\langle{}^{R'}_{R''}$ (R' et R'' étant à leur tour des radicaux aliphatiques), sont susceptibles de passer à un degré d'alcoylation plus avancé pour fournir finalement des trialcoylacétophénones $C^6H^5COC\begin{matrix} R' \\ -R'' \\ R''' \end{matrix}$, si on les traite au sein de solvants, comme l'éther et les carbures benzéniques, par de l'amidure de sodium et des iodures alcooliques.

Nous continuons l'étude de ces alcoylations par l'intermédiaire de l'amidure de sodium, et avons l'intention de les étendre à d'autres arylalcoylcétones ainsi qu'à des naphtylalcoylcétones.

Dans une prochaine Communication nous ferons voir comment on peut arriver à préparer très facilement l'acide pivalique et tous les acides trialcoylacétiques en partant des trialcoylacétophénones.

M. Alfred Grandidier s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie le premier Tome de l'*Ethnographie de Madagascar* que je viens de publier en collaboration avec mon fils. Mon *Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar* compte aujourd'hui, avec ce Tome, 21 Volumes parus, environ la moitié de ce que l'Ouvrage entier comprendra lorsqu'il sera terminé, ce à quoi s'emploie avec moi et s'emploiera après moi mon fils.

Dans ce premier Tome de l'*Ethnographie*, que suivront bientôt deux autres, nous avons étudié l'origine des Malgaches et nous montrons, preuves à l'appui, que le fond de la population indigène n'est point d'origine africaine, comme on l'a toujours dit, mais d'origine austronésienne, venu par conséquent d'Extrême-Orient.

Nous indiquons ensuite l'état passé et actuel des Malgaches, leur division en races et clans, leur dénombrement, leur natalité et mortalité, leur division politique et administrative, leurs occupations diverses et leurs croyances. Enfin, un Chapitre est consacré à l'œuvre et à l'influence à Madagascar des étrangers, Juifs, Arabes, Indiens, Javanais, Nègres africains et Européens. A ce Volume est jointe la Carte à $\frac{1}{200000}$ du centre de Madagascar que, à la demande de l'État-Major de l'Armée, j'ai dressée en 1895 d'après ma triangulation et mes levés, ainsi que d'après les levés des Pères Roblet et Colin, et qui a servi à l'attaque et à la prise de Tananarive.

Dans les Volumes suivants, nous étudierons les Malgaches dans leur aspect et leur constitution physique, dans leurs mœurs, leurs habitations, leur religion, leurs maladies et leur organisation sociale.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie royale des Sciences et des Arts de Barcelone**, par l'organe de son Président, adresse une lettre de condoléances à l'occasion du décès de M. *Albert Gaudry*, qui était l'un de ses Correspondants.

M. F. **Priem** adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Dirichlet.* Note de M. **Harald Bohr**.

Dans son profond Mémoire (¹) sur la multiplication des séries, M. Cesàro a introduit la notion d'une série *m fois indéterminée*. Voici la définition de M. Cesàro :

Soit

$$s_n = u_1 + u_2 + \ldots + u_n, \qquad S_n^r = s_1 + s_2 + \ldots + s_n, \qquad S_n^{(m)} = S_1^{(m-1)} + S_2^{(m-1)} + \ldots + S_n^{(m-1)}.$$

Si l'on a

$$\lim_{n=\infty} \frac{S_n^{(m)}\, m!}{n^m} = s,$$

(¹) *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. XIV, 1890.

nous dirons que la série infinie $\sum_1^\infty u_n$ *est m fois indéterminée et a pour valeur moyenne s.*

(Une série convergente peut être considérée comme une série zéro fois indéterminée.)

M. Cesàro démontre qu'une série m fois indéterminée avec la moyenne s est aussi $m+1$ fois indéterminée avec la même moyenne s, mais que la proposition inverse n'a pas lieu généralement.

Le but de cette Note est de montrer comment il est possible, par l'extension de la notion de convergence de M. Cesàro, de donner en général à la série $\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^x}$ un sens déterminé même pour des champs extérieurs au domaine de convergence de la série.

Nous commencerons par énoncer un théorème auxiliaire concernant la série m fois indéterminée, théorème qui est en complète analogie avec le théorème suivant de M. Dedekind pour la série convergente :

Soit la série $\sum_1^\infty u_n$ *convergente ou oscillante entre des limites finies* ($|s_n| <$ const.); *si de plus :* 1° $\sum_1^\infty |a_n - a_{n+1}|$ *est convergente ;* 2° $\lim_{n=\infty} \alpha_n = 0$, *la série* $\sum_1^\infty u_n \alpha_n$ *sera convergente et égale à la série absolument convergente* $\sum_1^\infty s_n(\alpha_n - \alpha_{n+1})$.

Correspondant au théorème de M. Dedekind, nous aurons, pour la série indéterminée, le théorème suivant :

1. *Soit* $\sum_1 u_n$ *m fois indéterminée ou m fois oscillante entre des limites finies* $\left(\text{c'est-à-dire} \left|\frac{S_n^{(m)} m!}{n^m}\right| < \text{const.}\right)$. *Si de plus :* 1° *les séries* (*en nombre* $m+1$)

$$\sum_1^\infty |\Delta_1 \alpha_n|, \qquad \sum_1^\infty n|\Delta_2 \alpha_n|, \qquad \ldots, \qquad \sum_1^\infty n^m |\Delta_{m+1} \alpha_n|,$$

sont convergentes (¹); 2° $\lim_{n=\infty} \alpha_n = 0$, *la série* $\sum_1^\infty u_n \alpha_n$ *sera m fois indéterminée*

(¹) $$\Delta_n \alpha_n = \alpha_n - r\alpha_{n+1} \ldots (-1)^\nu \binom{n}{\nu} \alpha_{n+\nu} \ldots (-1)^r \alpha_{n+r}.$$

avec la valeur moyenne égale à la somme de la série absolument convergente $\sum_1^\infty S_n^{(m)} \Delta_{m+1}^{\alpha_n}$.

Nous allons appliquer lesdits théorèmes à la série de Dirichlet. A l'aide du théorème de M. Dedekind, M. Jensen [1] a démontré la proposition fondamentale suivante :

Soit $\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^x}$ *convergente ou oscillante entre des limites finies pour* $x = x_0$; *la série sera convergente pour toute valeur* x *satisfaisant à la condition* $R(x) > R(x_0)$.

La proposition de M. Jensen se démontre facilement en substituant

$$u_n = \frac{a_n}{n^{x_0}}, \qquad \alpha_n = \frac{1}{n^{x-x_0}}, \qquad u_n\alpha_n = \frac{a_n}{n^x},$$

dans le théorème de M. Dedekind.

En appliquant le théorème 1, nous pouvons démontrer le théorème suivant, analogue au théorème de M. Jensen :

I. *Soit, pour* $x = x_0$, $\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^x}$ *m fois indéterminée ou m fois oscillante entre des limites finies; la série* $\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^x}$ *sera m fois indéterminée pour toute valeur* x *satisfaisant à la condition* $R(x) > R(x_0)$.

La démonstration de I se fait facilement en posant dans le théorème 1

$$u_n = \frac{a_n}{n^{x_0}}, \qquad \alpha_n = \frac{1}{n^{x-x_0}}, \qquad u_n\alpha_n = \frac{a_n}{n^x}.$$

Partant de là, on établira immédiatement l'existence d'une droite d'indétermination (m fois)

$$R(x) = \lambda_m \qquad (-\infty \leqq \lambda_m \leqq +\infty),$$

c'est-à-dire telle que, pour toute valeur de x située à droite de cette droite, la série est m fois indéterminée, et que, pour toute valeur de x située à gauche, la série ne l'est pas. Nous aurons évidemment : abscisse de convergence $\lambda_0 \geqq \lambda_1 \geqq \lambda_2 \ldots \geqq \lambda_m \geqq \lambda_{m+1} \ldots$.

---

[1] *Tidsskrift for Mathematik*, 5e série, t. II, 1884.

Correspondant au théorème suivant dû à M. Cahen (¹) :

Si

$$\lambda_0 \geqq 0, \qquad \lambda_0 = \lim_{n=\infty} \text{sup.} \frac{\log |S_n|}{\log n} \qquad \left(s_n = \sum_{r=1}^{n} a_n\right),$$

nous aurons ici le théorème analogue :

II. *Si*

$$\lambda_m \geqq 0, \qquad \lambda_m = \lim_{n=\infty} \text{sup.} \frac{\log \frac{S_n^{(m)} m!}{n^m}}{\log n} \qquad \left(s_n = \sum_{n=1}^{n} a_r, \ \ldots, \ S_n^{(m)} = \sum_{n=1}^{n} S_r^{(m-1)}\right).$$

Nous énoncerons encore le théorème suivant :

III. *Si la série* $\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^x}$ *est m fois indéterminée pour une valeur* x_0 *de* x, *elle est* $m-1$ *fois indéterminée pour toute valeur* x *satisfaisant à la condition*

$$R(x) > R(x_0) + 1.$$

Par conséquent,

$$\lambda_{m-1} - \lambda_m \leqq 1.$$

En introduisant la notion d'une série *uniformément indéterminée*, on peut démontrer le théorème suivant, analogue à un théorème de M. Cahen concernant la série de Dirichlet dans son domaine de convergence :

IV. *La fonction représentée à droite de* $R(x) = \lambda_m$ *par la moyenne de la série de Dirichlet m fois indéterminée sera une fonction analytique et régulière dans tous les points de ce domaine, c'est-à-dire pour* $R(x) > \lambda_m$.

Or, dans le domaine de convergence, la valeur moyenne de la série (considérée comme série m fois indéterminée) coïncidera avec la somme de la série (considérée comme série convergente). Par conséquent, si $\lambda_m < \lambda_0$, la moyenne de la série m fois indéterminée nous donnera, pour $\lambda_0 \geqq R(x) > \lambda_m$, *le prolongement analytique* de la fonction définie dans le domaine de convergence [pour $R(x) < \lambda_0$] par la somme de la série (²).

Nous allons donner une application des propositions présentées ci-dessus

(¹) *Sur la fonction* $\zeta(s)$ *de Riemann et sur des fonctions analogues* (Thèse. Paris, 1894).

(²) Il résulte immédiatement de la proposition susdite que, pour tous les m, $\lambda_m \geqq l$, où l désigne le nombre réel le plus petit satisfaisant à la condition que la fonction définie par la série soit régulière à droite de $R(x) = l$, c'est-à-dire pour $R(x) > l$.

à la série spéciale $\sum_1^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{n^x}$, qui, comme on le sait, dans son domaine de convergence [pour $R(x)>0$], représente la fonction $\zeta(x)(1-2^{1-x})$. Nous aurons ici le théorème suivant, dont la démonstration est assez facile :

V. *La série* $\sum_1^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{n^x}$ *est m fois oscillante entre des limites finies pour* $x=-m$.

Partant de là, le théorème I *nous montre immédiatement que* $\lambda_m=-m$.

Le théorème V nous apprend que *la série* $\sum_1^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{n^x}$ *peut servir à définir la fonction* $\zeta(x)(1-2^{1-x})$ *dans tout le plan*. En effet, pour $x_0>0$, la série $\sum_1^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{n^{x_0}}$ sera m fois convergente et aura la somme

$$\zeta(x_0)(1-2^{1-x_0});$$

pour $-m<x_0\leqq -m+1$, la série $\sum_1^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{n^{x_0}}$ sera m fois indéterminée et de la valeur moyenne $\zeta(x_0)(1-2^{1-x_0})$ (1).

Il résulte encore immédiatement, de la proposition V, que la fonction $\zeta(x)(1-2^{1-x})$ ne peut avoir aucune singularité à distance finie de l'ori-

---

(1) Considérons par exemple $x=-m$ (m nombre positif entier); le théorème V nous apprend que la série $\sum_1^\infty \frac{(-1)^{n+1}}{n^{-m}} = \sum_1^\infty (-1)^{n+1} n^m$ est m fois oscillante entre des limites finies, mais $m+1$ fois indéterminée avec la valeur moyenne

$$\zeta(-m)(1-2^{1+m}).$$

Or, dans son Mémoire cité, M. Cesàro a déjà regardé la série $\sum_1^\infty (-1)^{n+1} n^m$ [sans aucune relation avec la fonction $\zeta(x)(1-2^{1-x})$] comme un simple exemple d'une série $m+1$ fois indéterminée, et il a indiqué (en employant une désignation des nombres de Bernoulli un peu différente de la désignation généralement employée) que sa valeur moyenne est égale à $\frac{2^{m+1}-1}{m+1}B_{m+1}$. Par conséquent, nous aurons ici $\zeta(-m)(1-2^{1+m}) = \frac{2^{m+1}-1}{m+1}B_{m+1}$, $\zeta(-m) = -\frac{B_{m+1}}{m+1}$, théorème déjà connu, déduit de la représentation de la fonction $\zeta(x)$ par des intégrales.

gine, c'est-à-dire qu'elle est une fonction entière, par conséquent *que la fonction* $\zeta(x)$, *définie pour* $R(x) > 1$ *par la série* $\sum_1^\infty \frac{1}{n^x}$, *est une fonction méromorphe ayant le seul pôle* $x = 1$ (¹).

Nous mentionnerons encore que, partant du théorème auxiliaire (1), on peut facilement établir une foule de séries absolument convergentes, ayant pour domaines respectivement $R(x) > -1$, $R(x) > -2$, ... et représentant la fonction $\zeta(x)(1-2^{1-x})$. Nous aurons, par exemple, pour $R(x) > -1$ $\left(\text{en posant } u_n = \frac{(-1)^{n+1}}{n^{-1}}, \alpha_n = \frac{1}{n^{1+x}}\right)$,

$$\zeta(x)(1-2^{1-x}) = \sum_1^\infty n\left[\frac{1}{(2n-1)^{x+1}} - \frac{2}{(2n)^{x+1}} + \frac{1}{(2n+1)^{x+1}}\right].$$

On pourra établir des théorèmes aussi bien pour la série générale de Dirichlet $\sum_1^\infty a_n e^{-\lambda_n x}$ que pour l'intégrale analogue $\int_1^\infty a(t) e^{-tx}\, dt$ et pour la série de factorielles, théorèmes qui seront analogues à ceux présentés dans cette Note pour la série $\sum_1^\infty \frac{a_n}{n^x}$.

J'espère pouvoir bientôt publier un Mémoire traitant plus en détail de l'indétermination de la série de Dirichlet.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales doubles de première espèce attachées à une variété algébrique.* Note de M. **Francesco Severi**, présentée par M. E. Picard.

On a épuisé désormais la recherche du nombre des intégrales simples de première espèce attachées à une surface ou plus généralement à une variété algébrique. Je me propose de trouver ici les conditions pour qu'une variété à trois dimensions

$$f(x, y, z, t) = 0$$

possède des intégrales doubles de première espèce.

D'après M. Poincaré, la variété f possède autant de cycles distincts à

(¹) Cette proposition sur la fonction $\zeta(x)$ est, comme on sait, due à Riemann. M. Jensen (*Comptes rendus*, t. CIV, 1887) en a donné une démonstration élémentaire, en montrant que $\zeta(x)(1-x)$ est une fonction entière.

quatre dimensions que de cycles distincts à deux dimensions. Soit R le nombre de ces cycles.

On démontre alors aisément que l'on peut obtenir sur une surface

$$f(x, y, \bar{z}, t) = 0 \quad (\bar{z}, \text{ paramètre})$$

R cycles *distincts* à deux dimensions, en coupant R cycles distincts à quatre dimensions de la variété, avec l'espace $z = \bar{z}$. Il va sans dire qu'un de ces cycles pourra donner sur la surface $f(x, y, \bar{z}, t) = 0$ deux ou plusieurs cycles séparés; mais en ce cas on formera la *somme* de ces cycles en les réunissant par des petites surfaces cylindriques.

Après une circulation de $\bar{z}$, les R cycles ainsi obtenus reviennent en eux-mêmes : on les nommera par suite des *cycles invariants*.

Ceci posé, envisageons une intégrale du type

$$(1) \qquad \iint \frac{\varphi(x, y, \bar{z}, t)}{f'_t} \, dx \, dy,$$

$\varphi(x, y, z, t)$ étant un polynome d'ordre $m - 4$, adjoint à la variété f d'ordre m.

Les périodes de (1), le long des cycles invariants, sont des fonctions uniformes partout finies de $\bar{z}$, et par suite elles se réduisent à des constantes.

En développant ces périodes dans le domaine de $\bar{z} = \infty$, comme le fait M. Picard dans un cas analogue, on trouve que les constantes susdites sont nulles.

D'où l'on tire qu'une intégrale double de première espèce I, attachée à notre variété, ne peut pas donner sur la surface $f(x, y, \bar{z}, t) = 0$ une intégrale du type (1). En effet, dans l'hypothèse contraire, toute période de I, étant une combinaison des périodes relatives aux cycles invariants, serait nulle. On arrive, par suite, à la conclusion que *le nombre* Q *des intégrales doubles de première espèce attachées à la variété f ne peut pas surpasser le défaut du système linéaire coupé sur un espace $z = \bar{z}$ par les variétés d'ordre $m - 4$ adjointes à f.*

J'en déduis l'inégalité

$$(2) \qquad Q \leqq q_1 + q_2,$$

q_1 étant la différence $p_g - p_a$ entre les genres d'une section $z = \bar{z}$ et q_2 la différence $P_g - P_a$ entre les genres de la variété f elle-même.

Peut-on transformer (2) en une égalité, comme il arrive dans beaucoup de cas particuliers? Voilà une question très difficile qui demeure en suspens.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un théorème sur les différentielles.* Note de M. **W.-H. Young**, présentée par M. E. Picard.

1. Dans le cas où toutes les dérivées partielles de premier, second, ..., $m^{\text{ième}}$ ordre d'une fonction $f(x, y)$ existent au point (x, y) et ont des valeurs qui ne dépendent pas de l'ordre dans lequel les différentes dérivations par rapport à x et à y se suivent [1], on peut donner le nom de *différentielle*, ou *différentielle totale*, d'ordre m, à l'expression suivante :

$$\sum_{r=0}^{r=m} \binom{m}{r} \frac{\partial^m f(x, y)}{\partial x^{m-r}\,\partial y^r} h^{m-r} k^r;$$

c'est ce que fait M. Jordan dans son *Cours d'Analyse* (2e éd., t. I, p. 120). M. Stolz, qui donne cette définition dans son Livre *Grundzüge der Differenzial und Integralrechnung*, ajoute qu'il dit que la fonction $f(x, y)$ *possède une différentielle d'ordre* m au point (x, y), pourvu qu'il soit possible de l'exprimer dans le voisinage du point (x, y) de la façon suivante :

$$f(x+h, y+k) = f(x, y) + hf'_x + kf'_y + \frac{1}{2!}(h^2 f''_{xx} + 2hkf''_{xy} + k^2 f''_{yy}) + \ldots$$
$$+ \frac{1}{m!}\left\{\sum_{r=0}^{r=m} \binom{m}{r} \left[\frac{\partial^m f(x, y)}{x^{m-r} y^r} + e_r\right] h^{m-r} k^r\right\},$$

où e_1, ..., e_r, ... tendent vers zéro avec h et k; c'est dans ce sens que j'emploie ce terme.

2. Dans la présente Note, je me propose de démontrer un nouveau théorème, qu'on pourrait appeler *le théorème fondamental de la théorie des différentielles des fonctions de deux variables :*

THÉORÈME. — *Si* $\dfrac{\partial f}{\partial x}$ *et* $\dfrac{\partial f}{\partial y}$ *ont tous deux leurs différentielles de premier ordre, la fonction* $f(x, y)$ *possède une différentielle du second ordre.*

En effet, $f'_x = \dfrac{\partial f}{\partial x}$ ayant une différentielle du premier ordre, il nous est permis d'écrire

$$(1) \qquad f'_x(x+h, y+k) - f'_x(x, y) = h(f''_{xx} + e) + k(f''_{xy} + e'),$$

où e et e' ont pour limite zéro quand h et k tendent vers zéro.

---

[1] De façon que $f''_{xy} = f''_{yx}$, $f'''_{xxy} = f'''_{xyx} = f'''_{yxx}$, ...

Mais

$$(2)\quad \begin{cases} f'_x(x+h, y+k) - f'_x(x, y) \\ \quad \equiv \dfrac{f'_x(x+h, y+k) - f'_x(x+h, y)}{k} k + \dfrac{f'_x(x+h, y) - f'_x(x, y)}{h} h \\ \quad = \dfrac{f'_x(x+h, y+k) - f'_x(x+h, y)}{k} k + (f''_{xx} + e'')h, \end{cases}$$

où e'' a pour limite zéro quand h tend vers zéro, k variant arbitrairement. La comparaison de (1) et (2) donne

$$\frac{f'_x(x+h, y+k) - f'_x(x+h, y)}{k} = \frac{h}{k}(e - e'') + f''_{yx} + e'.$$

Il s'ensuit que quand h et k tendent d'une manière quelconque vers leur limite zéro, pourvu que $\frac{h}{k}$ ait une limite finie, ce qui veut dire que $\frac{k}{h}$ ne doit pas avoir la limite zéro, le premier membre de l'équation précédente a la limite unique f''_{yx}.

D'un raisonnement absolument analogue, il résulte que

$$\frac{f'_y(x+h, y+k) - f'_y(x, y+k)}{h}$$

a la limite unique f''_{xy} quand h et k tendent d'une manière quelconque vers zéro, pourvu que $\frac{h}{k}$ n'ait pas la limite zéro.

3. Employant la notation suivante :

$$m_y(x, x+h) \equiv \frac{f(x+h, y) - f(x, y)}{h},$$

$$m(x+h, y+k; x, y) \equiv \frac{f(x+h, y+k) - f(x+h, y) - f(x, y+k) + f(x, y)}{k},$$

on a

$$\begin{aligned} m(x+h, y+k; x, y) &= \frac{m_{y+k}(x+h, x) - m_y(x, x+h)}{k} \\ &= \frac{\partial}{\partial y} m_{y+\theta k}(x, x+h) \\ &= \frac{f'_y(x+h, y+\theta k) - f'_y(x, y+\theta k)}{h} \qquad (0 < \theta < 1). \end{aligned}$$

Il s'ensuit que quand h et k tendent vers zéro d'une manière telle que $\frac{h}{k}$ n'ait pas la limite zéro, et par conséquent que $\frac{h}{\theta k}$ n'ait pas la limite zéro, $m(x+h, y+k, x, y)$ a la limite unique f''_{xy}.

D'une manière analogue on démontre que quand h et k tendent vers zéro d'une façon quelconque, pourvu que $\frac{k}{h}$ n'ait pas la limite zéro, $m(x+h, y+k, x, y)$ a la limite unique f''_{yx}.

Si l'on choisit h et k de manière que ni l'un ni l'autre des rapports $\frac{h}{k}$, $\frac{k}{h}$ ait la limite zéro, il est évident que

$$f''_{yx} = f''_{xy};$$

on en déduit que, *quelle que soit la manière dont h et k tendent vers zéro, $m(x+h, y+k, x, y)$ a sans exception une limite unique dont la valeur est celle de f''_{yx} ou f''_{xy}.*

4. Donc

$$f(x+h, y+k) - f(x+h, y) - f(x, y+k) + f(x, y) = hk(f''_{xy} + e_1),$$

où e_1 a la limite zéro quand h et k tendent vers zéro d'une manière quelconque.

Mais

$$f(x+h, y) - f(x, y) = hf'_x + \frac{h^2}{2!}(f''_{xx} + e_2),$$

$$f(x, y+k) - f(x, y) = kf'_y + \frac{k^2}{2!}(f''_{yy} + e_3).$$

En additionnant ces trois équations, on obtient

$$f(x+h, y+k) - f(x, y)$$
$$= hf'_x + kf'_y + \frac{1}{2!}(h^2 f''_{xx} + 2hkf''_{xy} + k^2 f''_{yy} + h^2 e_1 + 2hke_2 + k^2 e_3),$$

ce qui veut dire que $f(x, y)$ *a une différentielle de second ordre.*

5. Le théorème précédent n'est qu'un cas particulier du théorème plus général suivant : *Si $\frac{\partial^n f}{\partial x^r \partial y^s}$ $(n = r+s)$ a toujours une différentielle première, la fonction f a toujours une différentielle d'ordre $n+1$.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un point critique particulier de la solution des équations de l'élasticité dans le cas où les efforts sur la frontière sont donnés.* Note de M. A. Korn, présentée par M. E. Picard.

La question, si les solutions du problème des efforts [1] :

$$(1)\qquad \Delta u + k\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \quad \ldots \quad \text{(à l'intérieur du corps)},$$

$$(2)\qquad \frac{\partial u}{\partial \nu} = \frac{1-k}{2}\theta\cos(\nu x) - \frac{1}{2}[\varpi\cos(\nu y) - \upsilon\cos(\nu z)] + f_1, \quad \ldots \quad \text{(à la surface)}$$

peuvent devenir indépendantes du paramètre k par un choix convenable des fonctions f_1, f_2, f_3 données à la surface, a déjà attiré l'attention des géomètres à plusieurs reprises [2]. D'une part, il est évident qu'on doit avoir dans ce cas spécial

$$(3)\qquad \theta = 0;$$

d'autre part, les solutions u, v, w doivent être en même temps des solutions du problème préliminaire ($k = 1$)

$$(4)\qquad \Delta u + \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \quad \ldots \quad \text{(à l'intérieur)},$$

$$(5)\qquad \frac{\partial u}{\partial \nu} = -\frac{1}{2}[\varpi\cos(\nu y) - \upsilon\cos(\nu z)] + f_1, \quad \ldots \quad \text{(à la surface)};$$

en tenant compte de mes recherches sur ce problème préliminaire et sur les triplets préliminaires [3], on trouve facilement que, dans tous les cas où il y a des triplets préliminaires u'_x, v'_x, w'_x satisfaisant à l'équation

$$(6)\qquad \theta'_x = 0,$$

on pourra trouver des solutions du problème

$$(7)\qquad \Delta u + k\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \quad \ldots$$

---

(1) J'emploie les notations d'une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXLVI, 1908, p. 578; voir aussi le Mémoire plus étendu, *Ann. de la Fac. des Sciences de Toulouse*, 1908).

(2) Cf. E. et F. Cosserat, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 382.

(3) Cf. ma dernière Note sur le problème des efforts (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 1468).

à l'intérieur,

$$(8)\quad \frac{\partial u}{\partial \nu} = \frac{1-k}{2}\theta\cos(\nu x) - \frac{1}{2}[w\cos(\nu y) - v\cos(\nu z)] + (1-\lambda_\varkappa)\frac{\partial u'_\varkappa}{\partial \nu}, \qquad \ldots$$

à la surface, indépendantes de k.

Les triplets préliminaires de la sphère $u'_\varkappa$, $v'_\varkappa$, $w'_\varkappa$, pour lesquels on a

$$\theta'_\varkappa = 0,$$

sont

$$(9)\quad u'_\varkappa = y\frac{\partial F_\varkappa}{\partial z} - z\frac{\partial F_\varkappa}{\partial y},$$

où

$$(10)\quad F_\varkappa = r_1^\varkappa Y_\varkappa(\mu_1\varphi_1) \qquad (\varkappa = 1, 2, \ldots)$$

et où $Y_\varkappa$ désigne une fonction sphérique quelconque de l'ordre $\varkappa$ [1]. Comme on a

$$(11)\quad \frac{\partial u'_\varkappa}{\partial \nu} = -\frac{\varkappa}{R}\left(y\frac{\partial F_\varkappa}{\partial z} - z\frac{\partial F_\varkappa}{\partial y}\right),$$

chaque problème sphérique

$$(12)\quad \Delta u + k\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0, \qquad \ldots$$

à l'intérieur,

$$(13)\quad \frac{\partial u}{\partial \nu} = \frac{1-k}{2}\theta\cos(\nu x) - \frac{1}{2}[w\cos(\nu y) - v\cos(\nu z)] + y\frac{\partial F_\varkappa}{\partial z} - z\frac{\partial F_\varkappa}{\partial y}, \qquad \ldots$$

à la surface ($\varkappa = 2, 3, \ldots$), aura des solutions indépendantes de k :

$$(14)\quad u = -\frac{2R}{\varkappa-1}\left(y\frac{\partial F_\varkappa}{\partial z} - z\frac{\partial F_\varkappa}{\partial y}\right), \qquad \ldots.$$

---

[1] En prenant le centre de la sphère comme origine et en introduisant les coordonnées polaires par les transformations

$$x = r_1\mu_1,$$
$$y = r_1\sqrt{1-\mu_1^2}\cos\varphi_1,$$
$$z = r_1\sqrt{1-\mu_1^2}\sin\varphi_1.$$

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la Lune.*
Note de M. H. **Andoyer.**

En attendant la publication intégrale des derniers résultats que j'ai obtenus en poursuivant mes recherches sur la théorie de la Lune, je signalerai seulement les suivants, relatifs au groupe des termes en e^3, et qui me paraissent les plus intéressants.

Les termes en e^3m^5 et e^3m^6 de l'*évection*, c'est-à-dire du coefficient de $\sin(2D - l)$ dans la longitude de la Lune, suivant les notations connues, sont à corriger de la façon suivante dans la théorie de Delaunay : au lieu de

$$+\frac{1811483963}{2^{17}.3^2}e^3m^5+\frac{54177963161}{2^{19}.3^2}e^3m^6,$$

il faut prendre

$$+\frac{486932219}{2^{17}.3^2}e^3m^5+\frac{21120754697}{2^{19}.3^2}e^3m^6.$$

Les termes en e^2m^6 et e^2m^7 du mouvement du périgée, tels qu'ils ont été donnés par Delaunay (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 17) sont de même à corriger : au lieu de

$$-\frac{25291729}{2^{14}}e^2m^6+\frac{352038885}{2^{17}.3^2}e^2m^7,$$

il faut prendre

$$-\frac{34271929}{2^{14}}e^2m^6-\frac{4851073993}{2^{17}.3}e^2m^7.$$

En faisant ces corrections on voit réapparaître l'accord nécessaire entre la théorie analytique et la théorie numérique de M. E.-W. Brown.

En particulier, le mouvement annuel du périgée subit une correction de 20 secondes environ et, en usant du complément probable de la série qui le représente, on retombe exactement, pour la partie de ce mouvement qui dépend de e^2, sur la valeur donnée par M. Brown.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Dynamomètre pour essais de moteurs à grande vitesse angulaire.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. A. Müntz.

Les essais des moteurs s'effectuent au frein de Prony, auquel plusieurs ingénieurs ont apporté des améliorations en vue de faciliter le réglage ou la

manœuvre; nous rappellerons le frein automatique que nous avons combiné en 1894 pour nos essais de moteurs à pétrole lampant.

Pour les essais de moteurs à grande vitesse angulaire, tels que ceux des automobiles, bateaux, aéroplanes, etc., la manœuvre du frein de Prony est délicate et surtout malpropre par les projections du liquide lubrifiant qu'il faut fournir abondamment pour les essais d'une durée d'au moins 1 heure; disons cependant que c'est avec de semblables freins que nous avons pu procéder aux essais de 74 moteurs à alcool des concours de 1901 et 1902 (1) organisés à la station d'essais de machines par le Ministère de l'Agriculture.

On a proposé divers dispositifs et surtout l'emploi de dynamos, soit comme appareil d'absorption, soit en équilibrant la dynamo pour l'utiliser à la façon d'un frein (dynamo-frein), soit en se basant sur la résistance de l'air (moulinets).

Dans tous ces appareils il y a une constante, ou une quantité considérée comme telle, à faire intervenir dans le calcul : rendement électrique de la dynamo (variable d'un jour à l'autre), frottements d'un arbre (variables avec le serrage, le graissage, la vitesse, la température et l'état des surfaces), etc. Malgré cela beaucoup de ces appareils donnent des résultats assez rapprochés pour que l'industrie puisse les utiliser.

Pour nos recherches scientifiques, nous avions à résoudre le problème suivant :

Un dynamomètre spécial est intercalé entre le moteur à essayer et des résistances modifiables à volonté en cours de travail.

Le dynamomètre doit indiquer l'*énergie totale* fournie à chaque instant par le moteur, sans faire intervenir une constante due aux frottements des arbres ou des mécanismes.

Le dynamomètre doit être à la fois indicateur, enregistreur et totalisateur.

Il est complété par un jaugeur permettant de voir rapidement, sans arrêter le moteur, la consommation de combustible. Enfin, un compteur d'eau et des thermomètres donnant les températures de l'air, de l'eau à l'entrée et à la sortie de la double enveloppe des cylindres et du radiateur, celle des gaz de l'échappement.

Le *dynamomètre* proprement dit devait répondre aux conditions suivantes :

a. Revenir au zéro lorsque l'énergie transmise devient nulle;

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 2 juin 1902, p. 1293.

b. Ses déformations doivent être proportionnelles aux efforts;

c. Il ne doit pas changer d'indication dans le temps, et doit rester toujours comparable à lui-même;

d. La transmission aux appareils indicateurs et enregistreurs doit être simple sans jouer le rôle d'amortisseur (comme dans le cas de transmissions par l'air ou par les liquides).

En principe, le dynamomètre consiste en une lame de ressort radiale, fixée à l'extrémité d'un arbre portant un tambour entraînant, par courroie, une résistance quelconque.

Le ressort est entraîné par un toc fixé sur le volant du moteur à essayer (ce toc est maintenu sur l'arbre du moteur et est équilibré).

La flexion du ressort est transmise par crémaillère et pignon à une pièce qui peut coulisser dans l'intérieur de l'arbre du dynamomètre, tout en tournant avec ce dernier; cette pièce sort de l'arbre, à l'extrémité opposée au ressort, sur une table qui porte divers appareils :

a. Une aiguille se déplaçant devant un cadran indiquant à chaque instant l'effort transmis au dynamomètre par le toc du moteur;

b. Un totalisateur des kilogrammètres transmis;

c. Un enregistreur, dont le papier est déroulé par l'arbre, sur lequel se trace la ligne des efforts transmis à chaque instant et limitant une surface représentant les kilogrammètres;

d. Un compteur de tours du moteur;

e. Un tachymètre enregistreur, inscrivant les variations élémentaires de vitesse du moteur.

Des débrayages permettent l'arrêt ou la mise en route de chacun de ces appareils, de sorte que l'essai peut ne durer que quelques minutes ou se prolonger toute une journée.

La *résistance,* commandée par courroie et poulies (fixe et folle), peut être quelconque, car on n'a pas à la calculer, toute l'énergie du moteur étant indiquée par le dynamomètre. On peut employer une dynamo ordinaire, une pompe centrifuge, un ventilateur, un moulinet, etc., en un mot une machine quelconque appropriée à la quantité d'énergie fournie par le moteur essayé.

Comme nous voulions, pour nos recherches, que la résistance soit modifiable à volonté, en cours de marche (sans avoir besoin d'arrêter le moteur), tout en la maintenant constante pendant la durée que nous désirions, nous employons une série de poulies montées sur un arbre et tournant dans un bac à circulation d'eau; la hauteur du plan d'eau se modifie à volonté; sur chaque poulie appuie un sabot en bois dont la charge est obtenue par des poids accrochés à l'extrémité de leviers. On peut donc,

très rapidement, par la lecture du dynamomètre, modifier ces poids jusqu'à ce qu'on fasse donner au moteur à essayer la puissance qu'on désire, de zéro à sa puissance maximum, tout en observant toutes ses conditions de fonctionnement : énergie transmise et ses variations, vitesse et ses variations, etc.

Le *jaugeur* est un récipient en verre, gradué, raccordé au carburateur et placé, par rapport à ce dernier, au même niveau que le réservoir à combustible logé dans une automobile (un bateau ou un aéroplane); le zéro de la graduation, qui est à la partie supérieure du jaugeur, se trouve dans une portion de petit diamètre afin d'atténuer les erreurs.

Le *compteur d'eau* est du type à bascule; il pèse l'eau qui s'échappe de la double enveloppe du moteur à une température relevée par un thermomètre enregistreur.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur une formule de vitesse applicable à la propulsion dans l'air.* Note [1] de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. L.-E. Bertin.

On a, dès le début de la navigation à vapeur, cherché des formules reliant la force motrice à la vitesse obtenue sur un navire de formes et de dimensions données. Le nombre et la complexité des facteurs qui interviennent, l'incertitude de beaucoup de données numériques ont amené assez vite les spécialistes à renoncer aux formules *théoriques* et à se contenter de formules *empiriques*.

Parmi celles-ci, il en est une, dite *formule de la marine française,* dont Dupuy de Lôme a fait usage et qui est encore usitée couramment aujourd'hui ; c'est la suivante :

$$V = M\sqrt[3]{\frac{F}{B^2}}, \tag{1}$$

V étant la vitesse du navire en *nœuds,* F la force de la machine en *chevaux* indiqués, B^2 la surface immergée du maître-couple en *mètres carrés* et M un *coefficient,* variable d'un navire à l'autre, mais dont la valeur numérique, au moins pour les types de navires courants, est généralement comprise entre 3 et 4.

Ce *coefficient d'utilisation* qualifie la valeur du navire : les plus petites différences de valeur dans le coefficient sont importantes, car, pour obtenir une vitesse donnée, la formule (1) montre que la force nécessaire F varie en raison inverse du *cube* du coeffi-

---

[1] Présentée dans la séance du 4 janvier 1909.

cient : certains navires de commerce ont des coefficients voisins de 3; les grands paquebots (*Provence, Mauretania*, etc.) des valeurs très voisines de 4, et M. l'ingénieur Bertin a même réalisé des navires rapides dont le coefficient dépassait légèrement la valeur 4.

J'ai pensé qu'il serait possible d'appliquer cette formule à l'appréciation de la valeur *pratique* des ballons dirigeables. Cette formule étant empirique, il fallait attendre qu'un nombre suffisant d'aéronats fût construit pour avoir les données nécessaires. Actuellement, il est possible de faire cette application, et les calculs que j'ai faits portent sur *dix* dirigeables expérimentés : dans ces conditions il s'agit bien d'une première formule *empirique*, qu'il sera possible de vérifier plus tard.

La formule, dans le cas des aéronats, sera la suivante :

$$V = C\sqrt[3]{\frac{F}{S}}, \tag{2}$$

V étant la vitesse *en myriamètres à l'heure*, F la force en *chevaux-vapeur*, S la surface de la section maxima du ballon en *mètres carrés* et C le coefficient d'utilisation de chaque dirigeable. Voici les résultats de l'application de la formule, d'après les données respectives qu'il m'a été possible de réunir sur chacun des dix dirigeables étudiés :

Noms des dirigeables (¹).	Section.	Rapport de la longueur à la largeur.	Force.	Vitesse.	Valeur du coefficient C.
Giffard (F.)........	113	3,66	3	0,90	3,20
Dupuy-de-Lôme (F.).	173	2,45	3	0,80	3,08
Tissandier (F.).....	66	3,00	1,5	1,08	3,80
La France [Renard et Krebs] (P.).....	55,4	6,00	9	2,33	4,24
Santos-Dumont (F.).	27,9	5,50	16	2,70	3,26
Lebaudy (P.).......	84	5,6	40	3,96	4,90
Clément-Bayard (P.).	90	5,00	100	4,50	4,31
Zeppelin (Cyl.)......	106	11,00	170	4,00	3,47
Parseval II (P.).....	68	5,00 (?)	100	4,20	4,04
Militaire italien (P.).	90	5,00 (?)	70	4,50	4,90

On pourra appliquer la formule (2) aux ballons dirigeables; le *coefficient* C est un véritable *coefficient d'utilisation*, dont la valeur, toujours comprise entre 3 et 5, *permet de classer un ballon au point de vue de sa*

(¹) (F.) = fusiforme; (P.) = pisciforme; (Cyl.) = cylindrique.

valeur effective. L'introduction du coefficient C dans l'étude des dirigeables donne donc le moyen de dresser, de ceux-ci, une véritable *échelle de classement*, comme le faisait, pour les navires, le coefficient M. La formule traduit également ce résultat de l'expérience que la force motrice croît comme le cube de la vitesse, pour un même véhicule.

On peut remarquer même que, sauf pour les trois ballons fusiformes de Giffard, de Dupuy de Lôme et de Santos-Dumont, le coefficient C est toujours compris entre 3,5 et 5. Or, la forme de fuseau symétrique est, aujourd'hui, justement abandonnée. Les coefficients d'utilisation compris entre 3,5 et 5 sont ceux des ballons pisciformes, réalisés pour la première fois par le regretté colonel Renard.

Remarquons, à ce propos, que le coefficient de la *France*, construite par Renard il y a 23 ans, en 1886, atteint la valeur très grande de 4,24; cela montre la sûreté des prévisions du savant colonel et la précision de ses calculs. Inversement, la faible valeur du coefficient du *Zeppelin*, 3,47, est à signaler; ce ballon présente la forme d'un cylindre symétrique, et son auteur n'a pas voulu lui donner la forme de poisson dont Renard avait démontré la nécessité. Quant aux dirigeables ayant le meilleur coefficient d'utilisation, ce sont la *République* et le dirigeable militaire italien, pour lesquels la valeur de C atteint 4,9.

PHYSIQUE. — *Sur le rayonnement de l'oxyde de cérium.* Note de M. **Foix**, présentée par M. E. Bouty.

En cherchant à expliquer le rôle que joue l'oxyde de cérium à l'état de traces, dans le manchon Auer, nous avons été conduit théoriquement à la relation suivante [1]

$$E = 1 - \frac{2\beta + \delta(e^{\beta l} - e^{-\beta l})}{(\alpha + \beta + \delta)e^{\beta l} - (\alpha - \beta + \delta)e^{-\beta l}} \tag{1}$$

qui donne, pour une radiation définie, le pouvoir émissif, E, d'une lame diffusante d'épaisseur l, formée d'un corps amorphe très divisé. α et δ sont les paramètres d'absorption et de réflexion diffuse, c'est-à-dire les pouvoirs absorbant et réflecteur diffus, rapportés à l'unité d'épaisseur, d'une lame

[1] *Comptes rendus*, t. CXLV, août 1907, p. 461, et *Journal de Physique*, 4e série, t. VII, février 1908, p. 135.

infiniment mince recevant, sous toutes les incidences possibles et avec la même intensité, un rayonnement uniformément diffus. Enfin on a

$$\beta = \sqrt{\alpha(\alpha + 2\delta)}.$$

La discussion de la formule (1) et son application aux résultats de l'étude expérimentale de M. Rubens ([1]), relative au rayonnement des manchons à incandescence assimilés à des lames, nous a permis de déduire les propriétés émissives remarquables du mélange Auer (8 CeO^2 pour 992 ThO^2) de celles de ses constituants.

Nous nous sommes proposé d'obtenir une vérification plus directe de notre formule.

Pour cela, nous avons préparé une série de lames d'oxyde de cérium amorphe répondant, au moins grossièrement, à la définition posée et telles que la quantité d'oxyde par centimètre carré, ou densité superficielle D, varie de 12^{mg} à $0^{mg},39$.

Ces lames rectangulaires, soutenues par leurs bords verticaux au moyen de pinces appropriées, sont portées à l'incandescence dans la flamme d'un brûleur de Bunsen. En déplaçant ce dernier légèrement, on peut faire varier à volonté la température d'une petite région choisie de la lame.

Voici comment nous sommes arrivé à mesurer, spectrophotométriquement et à une même température, les pouvoirs émissifs de ces lames relatifs à la radiation rouge de longueur d'onde $\lambda = 0^{\mu},7$:

La discussion, rappelée plus haut, des résultats de M. Rubens nous apprenait que, pour les densités de nos lames, les pouvoirs émissifs bleus doivent être à peu près égaux à leur valeur maximum limite

$$E_m = \frac{\alpha + \beta}{\alpha + \beta + \delta}, \tag{2}$$

correspondant dans la relation (1) à une épaisseur infinie. Dans le cas des radiations rouges ($\lambda = 0^{\mu},7$), au contraire, la valeur limite du pouvoir émissif n'est pratiquement atteinte qu'avec des lames ayant 3^{mg} au moins par centimètre carré. Pour ce rouge nous admettrons le nombre de M. Rubens, soit

$$E_m = 0,93$$

vers 1350°, température maximum obtenue avec un brûleur dans ce cas limite.

Ceci posé, le rapport $\frac{E}{E_m}$, du pouvoir émissif rouge d'une lame quelconque à celui d'une lame de 5^{mg} par centimètre carré, qui sera notre source de comparaison, est égal au rapport des éclats intrinsèques rouges de deux régions de ces lames, choisies de telle sorte que, les éclats intrinsèques bleus étant égaux, les températures soient égales.

([1]) *Journal de Physique*, 4e série, t. V, 1906, p. 306 et suiv.

Ces éclats sont comparés à l'aide d'un spectrophotomètre d'Arsonval.

Si maintenant l'éclat de la lame type est maximum (1350°), le pouvoir émissif cherché est

$$0,93 \times \frac{E}{E_m}.$$

Pour vérifier la relation (1) il faut comparer les pouvoirs émissifs ainsi mesurés aux valeurs calculées au moyen de cette formule. Voici comment nous procédons :

De la relation (2), dans laquelle $E_m = 0,93$, nous tirons d'abord

$$\frac{\alpha}{\delta} = 6,17.$$

Il n'y a plus dès lors qu'à évaluer l'exposant βl.

Remarquons que, par définition, α, δ et par suite β sont proportionnels à la densité cubique d, de la matière radiante, variable, comme l, d'une lame à l'autre. Par conséquent βl est proportionnel au produit ld, c'est-à-dire à la densité superficielle. Pour avoir βl dans tous les cas, il suffit donc de le déterminer pour une lame particulière, en écrivant que son pouvoir émissif satisfait à l'équation (1).

Voici nos résultats :

D en mg : cm².	E (rouge $\lambda = 0^{\mu},7$). Calculé.	Trouvé.
0,39	0,37	0,34
0,59	0,49	0,51
0,76	0,58	0,60
1,09	0,70	0,72
1,95	0,88	0,91

La vérification est satisfaisante.

ACOUSTIQUE. — *Sur un pupitre traducteur applicable aux phonographes.* Note de M. DE PEZZER, présentée par M. J. Carpentier.

Un défaut commun à beaucoup de chanteurs consiste en une mauvaise prononciation. Ce défaut, le phonographe, si perfectionné qu'il soit devenu, l'exagère forcément, et il arrive souvent qu'une première audition d'intéressants phonogrammes est gâtée par l'inintelligibilité du sens des paroles qu'ils comportent.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai imaginé un appareil adaptable à un phonographe quelconque et qui, porteur d'une bande où se trouve inscrit le texte accompagnant la musique, amène continuellement sous les yeux

de l'auditeur la traduction de chaque syllabe énoncée, au moment même de son émission par le phonographe.

Cet appareil se présente sous la forme d'un pupitre, qui se fixe sur l'une des faces de la caisse du phonographe et qui est muni d'un couloir destiné à la circulation de la bande. Celle-ci, perforée sur ses deux rives, et enroulée sur une bobine, se place sur un support spécial à la droite du pupitre. Pour engager cette bande, il faut insinuer son extrémité libre dans le couloir, la mettre aux prises avec un rouleau à double denture et l'atteler enfin à une seconde bobine sur laquelle elle viendra s'emmagasiner automatiquement pendant la marche du phonographe. Le rouleau denté, cela va sans dire, est relié par des engrenages au rouage du phonographe; mais, grâce à un dispositif approprié, il peut être à volonté embrayé ou débrayé.

Ceci dit, la bande étant supposée confectionnée comme il convient et placée avant la mise en route de telle sorte que son origine corresponde à un repère porté par le pupitre, il suffit, pour l'utiliser, d'embrayer le rouleau d'entraînement au moment où se fait entendre la première note du morceau.

Le point capital pour l'application du système est la confection correcte des bandes traductrices. Cette confection repose sur l'établissement d'un premier tracé graphique fondamental qu'on obtient au moyen de l'appareil lui-même, employé comme chronographe. Pour cette opération, le pupitre étant garni d'une bande de papier blanc, est complété par un enregistreur électrique, dont le traçoir (constitué d'une mine de plomb) frotte sur la bande pendant son défilement; un manipulateur, genre Morse, permet d'actionner cet enregistreur. Un disque étant placé sur le phonographe et mis en rotation, une personne, un peu exercée, écoute le morceau de musique exécuté et, en frappant sur le manipulateur, scande les notes de ce morceau. Cette manœuvre détermine sur la bande le tracé d'une succession de crochets dont l'ensemble représente évidemment l'ossature rythmique du morceau, chaque crochet correspondant au commencement d'une note et l'intervalle entre ce crochet et le suivant à la durée même de cette note.

Ce graphique étant obtenu, il peut être complété en écrivant sur la bande, en face de chaque crochet, la syllabe correspondant au son repéré, et il fournit ainsi la traduction dont nous avons indiqué plus haut l'emploi. Mais, à l'inscription des paroles, peut être substituée l'inscription, sur une portée préalablement tracée sur la bande, des notes représentatives des sons eux-mêmes.

On peut également juxtaposer ces deux inscriptions.

La première bande, composée à la main, devient un modèle ou cliché, dont la reproduction typographique est facile et n'est assujettie qu'à une obligation : celle de respecter rigoureusement les divisions chronographiques de l'original.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les solutions aqueuses de pyridine.* Note [1] de M. E. **Baud**, présentée par M. A. Haller.

On a déjà signalé l'existence de combinaisons de la pyridine avec l'eau [2].

M. Gouy [3] notamment, en 1906, détermina les maxima électrocapillaires pour divers mélanges d'eau et de pyridine et construisit la courbe. Celle-ci présente une inflexion vers 2 ou $3H^2O$.

Je me suis proposé d'étudier les solutions aqueuses de pyridine, par les principales méthodes de la Chimie physique.

Températures de congélation. — Les résultats obtenus sont les suivants :

Pyridine pour 100 en poids.	Température de congélation.	Pyridine pour 100 en poids.	Température de congélation.
5,2	— 1°	72,5	—33°
11,2	— 2,1	75,5	—38
16,0	— 2,75	77,5	—42
20,0	— 3,15	79,0	—48
24,0	— 3,5	82,0	—64
30,4	— 4	83,0	—68
44,5	— 6	85,7	—62,5
50,0	— 6,5	89,5	—54,5
54,0	— 8	93,0	—49,5
60,4	—16	97,0	—42
65,4	—23	100,0	—39
69,2	—30		

La courbe représentant ces résultats se compose de quatre parties sensi-

---

(1) Présentée dans la séance du 4 janvier 1909.

(2) MM. Goldschmidt et Constam, en distillant les huiles basiques du goudron de houille, ont obtenu un produit bouillant de 92° à 93° de formule $C^5H^5Az,3H^2O$ et concluent à l'existence de cet hydrate.

Mais on sait que la distillation à température fixe n'est pas une preuve de l'existence d'un composé défini (*D. chem. Gesellschaft,* t. XVI, 1883, p. 2976).

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.,* 8e série, t. IX, 1906, p. 75.

blement rectilignes. La première, de 0 à 55 pour 100 de pyridine, correspond à la cristallisation de l'eau; la deuxième, de 55 à 77 pour 100, correspond à un hydrate; la troisième, de 77 à 83 pour 100, correspond à un autre hydrate et enfin la dernière partie est relative à la cristallisation de la pyridine pure.

Pour le mélange à 83 pour 100 de pyridine

$$(C^5H^5Az + 0,9H^2O),$$

la température passe par un minimum. Il s'agit donc d'un mélange *eutectique*.

Les courbes de cristallisation des hydrates se trouvant coupées avant le maximum, on ne peut en déduire la composition desdits hydrates. Elles nous indiquent seulement que l'un est à plus de $3,6H^2O$ et l'autre à plus de $1,3H^2O$ pour 1^{mol} de pyridine.

Contractions de volume. — J'ai mesuré les densités des mélanges et j'ai calculé les contractions produites. La courbe, obtenue en portant en abscisses les proportions de pyridine en poids, et en ordonnées les contractions, présente un maximum sans point anguleux, vers la composition

$$C^5H^5Az + 2H^2O.$$

Indices de réfraction. — J'ai mesuré les indices de réfraction entre 16° et 17°, au moyen du réfractomètre de précision de Féry et j'ai calculé la variation d'indice [1]. Celle-ci passe par un maximum pour une composition voisine de $C^5H^5Az + 2H^2O$.

Mesures thermiques. — J'ai d'abord déterminé la chaleur de dissolution de la pyridine pure dans un grand excès d'eau (environ $200H^2O$). Cette quantité diminue quand la température s'élève.

Elle est donnée par l'équation

$$Q = 2^{Cal},800 - 0,044 \times (t - 12°,5).$$

J'ai ensuite déterminé la quantité de chaleur dégagée lorsqu'on dissout, dans un grand excès d'eau, les divers mélanges d'eau et de pyridine.

(1) C. Chéneveau, *Thèse* de la Faculté des Sciences de Paris, mai 1907.

Ces données m'ont permis de calculer la chaleur produite dans la formation desdits mélanges. On peut faire ces calculs de deux façons.

Si l'on rapporte les résultats à la fixation de quantités croissantes d'eau sur 1^{mol} de pyridine, on obtient une courbe qui ne présente pas de points anguleux, mais sur laquelle on observe cependant un changement de direction vers $2H^2O$ et un autre vers $6H^2O$.

On peut aussi calculer les quantités de chaleur pour un même volume du mélange, 100^{cm^3} par exemple. On observe, dans ce cas, un maximum pour $2H^2O$.

Conclusion. — Les solutions aqueuses de pyridine renferment, au moins, deux hydrates : l'un à 2^{mol} d'eau, l'autre à environ $6H^2O$, pour 1^{mol} de pyridine.

A la température ordinaire, ces hydrates sont dissociés dans leur solution, comme l'indiquent la forme arrondie des courbes thermiques et la variation notable de la chaleur de dissolution de la pyridine pure en sens inverse de la température.

L'hydrate le plus riche en eau, qui est évidemment le moins stable, doit être le plus dissocié, et cela explique que son influence se fasse peu sentir sur la plupart des déterminations précédentes.

Il existe une concordance frappante entre la courbe des contractions de volume et celle des chaleurs de formation rapportées à 100^{cm^3} du mélange. Or, les chaleurs de formation mesurent la quantité d'hydrate existant dans un volume constant.

La contraction paraît donc étroitement liée à la combinaison des deux liquides [1].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide campholique gauche.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. A. Haller.

La rareté du camphre gauche et la faiblesse de rendement des diverses méthodes de transformation du camphre en acide campholique ont empêché jusqu'ici de préparer l'acide campholique gauche. La méthode de prépa-

(1) Un Mémoire plus détaillé sera publié ailleurs.

ration que j'ai décrite antérieurement (¹) pour l'acide droit me permet aujourd'hui de combler cette lacune.

On obtient, en effet, l'acide campholique gauche avec un rendement voisin de 75 pour 100 en chauffant en tubes scellés le bornéol gauche avec la potasse caustique récemment déshydratée par fusion. La réaction génératrice est la suivante :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ |\\ CHOH\end{matrix}\right. + KOH = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^3\\ CO^2K\end{matrix}\right. + H^2.$$

Le bornéol gauche, qui a servi à mes expériences, m'avait été fourni sans indication d'origine; je l'ai tout d'abord identifié par la méthode de M. Haller (²) avec l'α-camphol gauche.

Après purification, ce bornéol avait, en effet, le même pouvoir rotatoire $\alpha_D = -37°,3$, que l'observation fût faite sur sa solution dans l'alcool absolu ou sur sa solution dans le toluène. Ce bornéol fondait d'ailleurs en tube ouvert à 209°-210° et son oxydation à froid par l'acide azotique a fourni un camphre fusible à 177°-178° de pouvoir rotatoire $\alpha_D = -42°,1$.

L'acide campholique gauche, qui résulte de l'oxydation de ce bornéol par la potasse caustique, possède des propriétés qui en font l'inverse optique de l'acide campholique dérivé du camphre ordinaire.

Il se présente en cristaux incolores, fusibles à 106°-107°; son pouvoir rotatoire à 15° est $\alpha_D = -49°,1$ (1^{mol} dissoute dans 1^l d'alcool à 95°).

Ses propriétés chimiques sont semblables à celles de son isomère droit (³). Comme lui, il est précipité par l'acide carbonique de ses dissolutions alcalines. Son sel ammoniacal se dissocie avec la plus grande facilité et, lorsqu'on évapore à la température ordinaire la dissolution aqueuse de ce sel, l'ammoniaque se volatilise et l'acide campholique se précipite. Les alcools ne l'éthérifient pas directement quelles que soient la température et la durée de l'expérience. On n'obtient pas non plus l'éthérification en saturant de gaz chlorhydrique sa dissolution dans les alcools. Pour obtenir les éthers, il est nécessaire de faire agir sur les alcools soit son anhydride, soit

---

(¹) Guerbet, *Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 70.
(²) Haller, *Ibid.*, t. CIX, p. 187.
(³) Guerbet, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XIV, 1895, p. 289.

son chlorure d'acide. D'ailleurs, une fois formés, les éthers de l'acide campholique gauche, comme ceux de l'acide droit, ne sont pas saponifiés par ébullition avec les solutions aqueuses ou alcooliques de potasse. Il faut, pour les décomposer, les chauffer en tubes scellés à 150° avec la potasse alcoolique ou mieux faire agir sur eux à 100° un courant de gaz chlorhydrique ou iodhydrique.

Le sel de sodium de l'acide campholique gauche

$$C^{10}H^{17}NaO^2 + 8H^2O$$

se présente en lamelles d'aspect nacré, efflorescentes, très solubles dans l'eau.

Son sel de cuivre, cristallisé dans l'éther, forme de gros cristaux prismatiques de couleur verte contenant 1^{mol} d'éther de cristallisation

$$(C^{10}H^{17}O^2)^2Cu + C^4H^{10}O.$$

Son éther éthylique $C^{10}H^{17}O^2.C^2H^5$, obtenu en faisant réagir sur l'alcool absolu le chlorure de campholyle, est un liquide incolore, d'une odeur forte et comme poivrée, de consistance huileuse. Il bout à 228° (corr.) sous 765^{mm} de pression. Les alcalis ne le saponifient pas dans les conditions ordinaires; mais il est facilement dédoublé à chaud par l'acide iodhydrique.

L'anhydride de l'acide campholique gauche $(C^{10}H^{17}O)^2O$, préparé en déshydratant par l'anhydride acétique l'acide correspondant, cristallise dans l'acétone, en tablettes carrées incolores fusibles à 57°-58°, très solubles dans l'éther, la benzine, le chloroforme, complètement insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool froid, plus solubles à chaud. Dissous à froid dans l'alcool, il se dépose inaltéré par évaporation spontanée du dissolvant; mais si on le fait bouillir avec l'alcool absolu, il se transforme très lentement en campholate d'éthyle. La potasse aqueuse le dédouble peu à peu à l'ébullition avec formation de campholate de potasse. Avec la potasse alcoolique bouillante la réaction est plus rapide; mais il se produit simultanément un peu de campholate d'éthyle.

Le chlorure de l'acide campholique gauche $C^{10}H^{17}ClO$, obtenu en traitant par un petit excès de perchlorure de phosphore l'acide correspondant, est un liquide incolore, bouillant à 222° comme son isomère droit. Chauffé avec une trace d'anhydride phosphorique, il se décompose en acide chlorhydrique, oxyde de carbone et campholène inactif C^9H^{16}.

L'amide de l'acide campholique gauche a été préparé en faisant réagir, en présence d'éther lavé, le chlorure de camphoryle sur l'ammoniaque aqueuse. L'ammoniaque

dissout l'acide chlorhydrique et le peu d'acide campholique formé, et il suffit d'évaporer l'éther pour avoir l'amide, qu'on purifie par cristallisation dans l'alcool à 60° et décoloration au noir animal. L'amide cristallise dans ce dissolvant en aiguilles incolores fusibles à 77°-78°.

Il est peu soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool et l'éther. Comme son isomère droit, il est très difficilement hydrolysable par les alcalis; les acides l'hydrolysent au contraire avec facilité.

En résumé l'acide campholique gauche et ses dérivés, provenant de l'oxydation de l'α-camphol gauche, présentent des propriétés physiques et chimiques semblables à celles des composés correspondants issus du camphre ou de l'α-camphol droits : ils en sont les inverses optiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction alcaline de l'ortho-nitrodiphénylméthane.* Note de MM. **P. Carré**, présentée par M. A. Haller.

La réduction de l'ortho-nitrodiphénylméthane par la soude alcoolique et la poudre de zinc fournit une assez faible proportion (15 à 20 pour 100) de l'ortho-hydrazodiphénylméthane attendu. Le produit principal de la réaction est constitué par l'ortho-aminodiphénylméthane. Cet exemple montre une fois de plus l'influence du voisinage d'un groupement ortho-substitué sur la marche de la réduction alcaline des dérivés nitrés.

L'*ortho-nitrodiphénylméthane* $C^6H^4(CH^2-C^6H^5)_1(NO^2)_2$ se prépare, suivant Geigy et Königs [1], par condensation du chlorure de benzyle ortho-nitré avec le benzène en présence du chlorure d'aluminium, et entraînement au moyen de la vapeur d'eau surchauffée à 160°-170°. La substance ainsi obtenue n'est pas pure. Il est préférable de rectifier le produit brut de la réaction par distillation dans le vide. L'ortho-nitrodiphénylméthane pur se présente sous la forme d'un liquide légèrement jaunâtre, peu odorant, qui distille à 183°-184° sous 10^{mm}. Sa réduction alcaline se fait de la façon suivante :

50^g d'ortho-nitrodiphénylméthane sont dissous dans 1000^{cm^3} d'alcool à 95°, additionnés de 50^g de lessive de soude. On porte à l'ébullition et l'on ajoute, par petites portions, 90^g à 100^g de poudre de zinc. On filtre bouillant. Par refroidissement, l'ortho-hydrazodiphénylméthane se dépose; on le purifie par de nouvelles cristallisations dans l'alcool. La liqueur, séparée de l'ortho-hydrazodiphénylméthane, est distillée pour éli-

---

(1) *D. chem. Ges.*, t. XVIII, p. 2402.

miner la majeure partie de l'alcool, puis additionnée d'eau; l'huile qui se sépare (entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique), lavée, séchée et purifiée par distillation dans le vide est constituée par l'ortho-aminodiphénylméthane.

L'*ortho-hydrazodiphénylméthane* $[C^6H^4(CH^2 - C^6H^5)_1 NH_2 -]^2$ cristallise en lamelles blanches, fusibles à 148°-149°, presque insolubles dans l'alcool froid, peu solubles dans l'alcool chaud et dans les solvants usuels, sauf la pyridine. Oxydé par l'oxyde de mercure, il fournit l'*ortho-azodiphénylméthane* $[C^6H^4(CH^2 - C^6H^5)_1 N_2 =]^2$, qui existe sous deux modifications; la *modification* α cristallise dans l'acide acétique en aiguilles rouges fusibles à 116°-117°, en se transformant dans la *modification* β, fusible à 124°-125°. Par cristallisation de cette dernière dans l'acide acétique, on régénère la modification α; par cristallisation dans l'alcool de l'une ou l'autre modification, on obtient un mélange d'aiguilles fusibles à 116°-117° et de lamelles fusibles à 124°-125°. L'ortho-azodiphénylméthane est plus soluble dans l'alcool que l'ortho-hydrazodiphénylméthane; il est très peu soluble dans le benzène et dans l'éther.

L'ortho-hydrazodiphénylméthane, traité par les acides dilués, subit la transposition benzidinique pour donner le *dibenzyl-2-2'-diamino-4-4'-diphényle* $[- C^6H^3(CH^2 - C^6H^5)_2(NH^2)_4]^2$, qui cristallise dans l'alcool en longues aiguilles blanches fusibles à 136°, assez solubles dans l'alcool et dans l'acétone. Son *sulfate* $C^{24}H^{24}N^2, SO^4H^2$ cristallise dans l'acide sulfurique à 5 pour 100 en longues aiguilles blanches, fusibles vers 255° en se décomposant; il est totalement insoluble dans l'eau froide, extrêmement peu soluble dans l'eau sulfurique (à 5 pour 100) bouillante qui en dissout environ 1^{dg} par litre; il est dissocié par l'eau, très lentement à froid, rapidement à l'ébullition. Le *chlorhydrate* $C^{24}H^{24}N^2, 2HCl + H^2O$ cristallise dans l'acide chlorhydrique à 5 pour 100 en aiguilles blanches fusibles à 214° en se décomposant, presque insolubles dans l'eau froide, peu solubles dans l'eau chlorhydrique bouillante, assez solubles dans l'alcool chlorhydrique; il est également dissocié par l'eau.

L'*ortho-aminodiphénylméthane* $C^6H^4(CH^2C^6H^5)_1(NH^2)_2$, déjà préparé par O. Fischer et Schutte [1], en réduisant l'ortho-nitrodiphénylméthane par l'étain et l'acide chlorhydrique, n'a pu être obtenu cristallisé par ces auteurs. J'ai réussi à l'obtenir cristallisé en le purifiant par distillation dans le vide. Après cristallisation dans l'éther, il forme de gros prismes, légère-

(1) *D. chem. Ges.*, t. XXVI, p. 3086.

ment jaunâtres, fusibles à 52°, très solubles dans l'alcool et dans l'éther; il distille à 190°-191° sous 22mm, à 172°-173° sous 12mm. Son *chlorhydrate* $C^{13}H^{13}N, HCl$ cristallise dans l'acide chlorhydrique à 2 ou 3 pour 100 en belles aiguilles blanches fusibles à 137° en se décomposant; il est dissocié par ébullition avec l'eau. L'ortho-aminodiphénylméthane, chauffé avec l'isosulfocyanate de phényle, fournit la *phényl-1-orthodiphénylméthane-2-thiourée* $C^6H^5 - NH - CS - NH_2 - C^6H^4(CH^2 - C^6H^5)_1$, poudre cristalline blanche, fusible à 138°, très soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de l'aération sur la formation des produits volatils dans la fermentation alcoolique.* Note de MM. **E. Kayser** et **A. Demolon**, présentée par M. A. Müntz.

En étudiant les produits volatils obtenus dans la fermentation alcoolique avec levures pures, nous avons déjà signalé [1] l'importance des phénomènes d'oxydation et le rôle de la levure vivante dans le vieillissement sur lies au large contact de l'air. M. Trillat, employant la méthode analytique [2], nous a fait connaître les diverses causes qui peuvent provoquer la formation d'aldéhyde acétique et les réactions auxquelles elle peut donner lieu dans les vins et eaux-de-vie. Nous avons opéré dans des conditions différentes et nous avons étudié globalement et parallèlement les modifications dues à l'aération plus ou moins ménagée dans un liquide fermenté artificiel (eau de touraillons à 15,76 pour 100 de sucre).

Pour en mieux saisir le mécanisme, nous avons comparé une levure de champagne n° 3 à une levure à caractère nettement aérobie, la levure d'ananas n° 221, étudiée déjà par l'un de nous [3].

Nous nous sommes placés dans des conditions opposées en opérant : 1° dans des ballons à long col presque complètement remplis et par conséquent en contact réduit de l'air (ballons 1, 3, 1bis, 3bis); 2° dans des matras plats remplis aux $\frac{2}{3}$ et en large surface (ballons 2, 4, 2bis, 4bis, 5bis). Les ballons 1, 2, 3 et 4 furent analysés au bout de 1 mois, les autres furent abandonnés 6 mois au laboratoire; 5bis identique à 4bis a

(1) *Comptes rendus,* juillet 1907.

(2) *Comptes rendus,* mai 1908, et *Annales de l'Institut Pasteur,* septembre, octobre, novembre 1908.

(3) *Annales de l'Institut Pasteur,* 1891.

été additionné de bichlorure de mercure pour y tuer la levure, lors de l'analyse de la première série :

		Sucre disparu pour 100.	Poids de levure pour 100.	Acides volatils pour 100.	Éthers pour 100 d'alcool à 100°.	Éthers pour 100 du liquide fermenté.	Aldéhydes pour 100 d'alcool à 100°.	Alcools supérieurs pour 100 d'alcool à 100°.	Titre alcoolique du distillat à 15°.
		g	mg	g	g	g	g		°
Levure d'ananas	Ballon 1	6,56	96,7	0,398	2,067	0,0449	0,0104	traces	6,3
	Matras 2.......	11,24	425,5	1,800	10,796	0,2316	0,0330	»	1,0
Levure de vin	Ballon 3	15,23	115,2	0,0938	0,150	0,0092	0,005	29^{mg}	25,6
	Matras 4.......	15,76	118,2	0,0429	0,061	0,0045	1,511	69,5	35,4
Levure d'ananas	Ballon 1 *bis*.....	12,42	294,7	0,190	36,9	0,2832	traces	traces	3,5
	Matras 2 *bis*	15,76	954,4	0,030	∞	0,0082	»	néant	néant
Levure de vin	Ballon 3 *bis*.....	15,76	91,7	<0,060	0,1619	0,0126	0,3514	33	25
	Matras 4 *bis*...	15,76	249,0	<0,060	0,1480	0,0092	0,7722	45	25,0
	Matras 5 *bis*... ($HgCl^2$)	15,76	156,2	<0,060	0,2112	0,0180	0,6273	38	30,0

En comparant dans la première série le ballon à long col au matras, on constate nettement l'influence de l'aération sur l'aldéhydification, surtout avec la levure 3; en contact restreint d'air, la levure d'ananas oxyde plus activement. On voit que, dans la deuxième série, la proportion d'aldéhyde non seulement n'a pas augmenté, mais a même complètement disparu avec la levure d'ananas. Si dans les vins l'aldéhyde augmente avec le vieillissement, ceci tient à la formation de combinaisons plus ou moins fixes, notamment avec la matière colorante (Trillat), elle peut ainsi s'accumuler et échapper à une oxydation ultérieure. Cette hypothèse explique que l'acide sulfureux peut favoriser l'aldéhydification (Mathieu), et comment l'aération d'un vin peut donner plus d'aldéhyde que celle d'une solution aqueuse d'alcool (Trillat).

Dans notre milieu artificiel, l'aldéhyde apparaît comme un terme transitoire de l'oxydation de l'alcool, elle augmente en présence de peu d'air avec la levure de vin, ailleurs elle diminue sensiblement et disparaît même complètement avec la levure d'ananas dans les deux cas. Elle donne de l'acide acétique et une proportion très élevée, surtout en matras, avec la levure d'ananas, dont on ne peut s'expliquer l'origine que par ce mécanisme. Nous comprenons ainsi que les proportions d'aldéhyde soient très faibles avec cette levure, malgré son caractère très aérobie, et la faible quantité d'alcool eu égard au sucre disparu.

L'acide acétique évolue, disparaît à son tour et, dans certains cas, complètement, sans

qu'on puisse le retrouver à l'état d'éthers, comme l'a démontré l'un de nous [1] : c'est lui qui constitue probablement la source de carbone permettant à la levure de doubler de poids, alors qu'il ne reste plus de sucre. Une partie s'éthérifie, mais il importe de tenir compte du caractère azoté de la levure et du contact plus ou moins facile d'air. En présence de beaucoup d'air, l'acide acétique échappe à l'éthérification, la combustion est favorisée; avec l'air limité on a plus d'éthers. L'addition de $HgCl^2$, protégeant alcool et acides contre leur combustion, favorise l'éthérification et ainsi l'on comprend qu'au maximum d'aldéhydes correspond un minimum d'éthers, fait que nous avons signalé les premiers [2], et l'on comprend aussi qu'il est possible d'obtenir des diminutions suivies d'augmentations d'aldéhydes.

Pour les alcools supérieurs nos deux levures se comportent très différemment, leur production est plus grande en large surface. Les conditions d'aération jouent donc un rôle essentiel dans la formation des produits volatils et des bouquets des liquides fermentés.

ANATOMIE. — *Sur l'anatomie du thymus humain.* Note de MM. **Henri Rieffel** et **Jacques Le Mée**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans cette Note nous avons l'honneur de rectifier ou de compléter, d'après le résultat de 34 dissections sur des fœtus et des enfants de 1 à 13 ans, quelques points de l'anatomie du thymus humain.

1. Les deux lobes thymiques ne sont pas, comme on le dit souvent, réunis par un isthme ou fusionnés par leur face correspondante; ils sont toujours, au moins chez le nouveau-né, aisément séparables et disposés de telle sorte que le lobe gauche, plus superficiel, recouvre le lobe droit.

2. La face postérieure du thymus cervical s'insinue assez souvent du côté gauche (11 fois sur 34) dans l'espace trachéo-carotidien, pour se mettre en contact avec le nerf récurrent et l'œsophage.

3. Il n'est pas exact de dire, avec M. Testut, que le contact du thymus et du corps thyroïde soit tout à fait exceptionnel; il est assez commun, comme l'avaient déjà indiqué Luschka et Kolliker. Nous l'avons observé dans $\frac{1}{5}$ des cas, se faisant soit directement par la corne supérieure, soit par l'intermédiaire de tractus conjonctifs et de lobules glandulaires.

4. Les deux lobes du thymus ne descendent pas, en général, au même

(1) *Nutrition intracellulaire de la levure* (*Annales de l'Institut Pasteur,* 1900).
(2) *Comptes rendus*, juillet 1907.

niveau dans la cavité thoracique; tandis que le lobe droit répond le plus souvent au troisième espace intercostal, le lobe gauche atteint la cinquième côte et, 8 fois sur 34, nous l'avons vu se prolonger jusqu'au diaphragme par une languette, qui n'est pas purement capsulaire, comme le veut Piédecoq, mais renferme aussi des éléments glandulaires.

5. Sans vouloir discuter ici les théories émises pour expliquer la mort subite du nourrisson et de l'enfant, nous désirons particulièrement attirer l'attention sur les rapports que certains nerfs contractent avec le thymus. En dehors du récurrent gauche et des deux pneumogastriques, il y a lieu de mentionner :

a. Le nerf cardiaque inférieur droit, qui, croisant la face antérieure de la crosse aortique, est appliqué directement contre la face postérieure de la glande et joue sans doute un rôle dans les syncopes cardiaques d'origine thymique.

b. Les nerfs phréniques. — D'après l'opinion classique, le phrénique droit est appliqué sur le bord latéral du thymus, tandis que le gauche est plus en arrière; autrement dit, la glande serait surtout en rapport avec le tronc nerveux du côté droit. Nos dissections infirment cette manière de voir. Le phrénique droit longe, en effet, la face externe du tronc veineux innominé, puis de la veine cave supérieure, mais sur un plan plutôt postérieur; il est, pour ainsi dire, en retrait par rapport au thymus, décrivant une légère courbe à convexité antérieure. Le phrénique gauche tend, au contraire, à se porter en avant, poussé [1] vers la crosse aortique par l'artère sous-clavière; à ce moment il rencontre le thymus, mais, au lieu de rester sur sa face postérieure comme à droite, il s'accole à sa face latérale gauche près de la face postérieure, laissant parfois son empreinte sous forme d'un sillon plus ou moins marqué. Ces données anatomiques ont été confirmées par deux autopsies que nous avons pratiquées à l'hôpital Trousseau sur des nourrissons morts subitement, et chez lesquels l'hypertrophie du thymus avait, pour ainsi dire, exagéré les rapports normaux que nous avaient signalés nos dissections.

6. Enfin, nous croyons devoir dire que, d'après nos recherches, l'artère thyroïdienne de Neubauer nous paraît être l'artère thymique supérieure principale, car elle ne fournit normalement que des rameaux insignifiants au corps thyroïde, tandis qu'elle irrigue richement le thymus et qu'elle s'atrophie en général au moment de la régression de cette glande.

---

[1] Dans un récent travail (*Comptes rendus,* 12 décembre 1907, p. 1229), M. Robinson dit bien que l'œsophage et l'aorte poussent en avant et en dehors le phrénique gauche; mais il ne précise nullement la topographie exacte de ce nerf et il a tort de prétendre que le développement de la plèvre ait pour conséquence d'*enserrer le nerf entre cette séreuse et le péricarde.*

ANATOMIE. — *Sur les organes rudimentaires des larves des Muscides.* Note (¹) de M. J. **Pantel**, présentée par M. Edmond Perrier.

Mises à part, l'invagination de la tête et la concentration de la chaîne nerveuse, les particularités qui font des larves de Diptères acéphales un type si uniforme en soi, quoique si différent des autres larves helminthoïdes, relèvent des appareils circulatoire et respiratoire. Les unes comme les autres s'expliquent par des arrêts de développement, ou des régressions adaptatives.

I. *Appareil circulatoire.* — Le tronçon intermédiaire du vaisseau dorsal fait tout d'abord l'impression d'un organe, sans homologue chez l'adulte, ni les autres larves. C'est en réalité une série de chambres cardiaques rudimentaires. Là, comme dans le ventricule, des chambres sont constituées et individualisées par des systèmes opposés d'ostioles et de valvules toujours reconnaissables.

Nous en avions signalé précédemment trois paires chez *Thrixion;* de nouvelles recherches nous ont permis de constater qu'il en existe quatre, non seulement dans cette espèce, mais encore dans la généralité des Muscides; c'est très vraisemblablement le nombre typique pour les larves cycloraphes, réserve faite de quelques cas aberrants.

Ces organes sont situés sur les côtés, comme ceux du ventricule, et séparés de même par quatre noyaux pariétaux. Les valvules se remarquent, dans les vues d'en haut, comme de doubles cellules rapprochées, identiques d'aspect aux cellules valvulaires du ventricule, mais non invaginées. L'ostiole intervalvulaire n'est pas directement perceptible dans la plupart des cas; mais son existence, au moins en tant qu'organe virtuel, et la signification de tout l'ensemble, déjà plausible du seul fait d'une disposition qui répète celle du ventricule, sont confirmées par plusieurs observations directes : chez *Bigonichæta setipennis* nous avons vu à diverses reprises les cellules valvulaires réunies à leurs vis-à-vis par des cordons destinés à en empêcher le mouvement, comme dans le ventricule, et chez un *Sicus* (Conopide) nous avons pu nous rendre compte que les ostioles étaient assez développés, pour être fonctionnels.

La signification du tube contractile une fois fixée, celle de ses annexes ne saurait être douteuse : les *petites péricardiales* et les *petites ailes* forment ensemble un septum péricardial frappé d'arrêt.

Chez plusieurs espèces le passage des petites aux grandes péricardiales se

---

(¹) Présentée dans la séance du 28 décembre 1908.

fait par toute une série d'intermédiaires (*fig.* 1). Chez ces éléments de transition, les attributs du simple amibocyte, les aptitudes phagocytaires par exemple, disparaissent progressivement pour faire place à l'activité séparatrice caractéristique des grandes péricardiales : les petites péricardiales sont des amybocytes fixés et en voie de se différencier en néphrocytes.

De nos observations postérieures à la publication de nos recherches sur le *Thrixion*, il résulte qu'il en existe quatre pour chaque côté, chez la plupart des Tachinaires (*Cyrtophlebia, Sturmia, Trixion*), comme chez les Muscides communes (Weismann), ou seulement trois (*Bigonichæta setipennis*), et toutes possèdent régulièrement une insertion tégumentaire; ces insertions se succèdent d'arrière en avant aux intersegments successifs, comme on le voit (*fig.* 1) (résultats contredits par Weismann et Lowne), sans préjudice

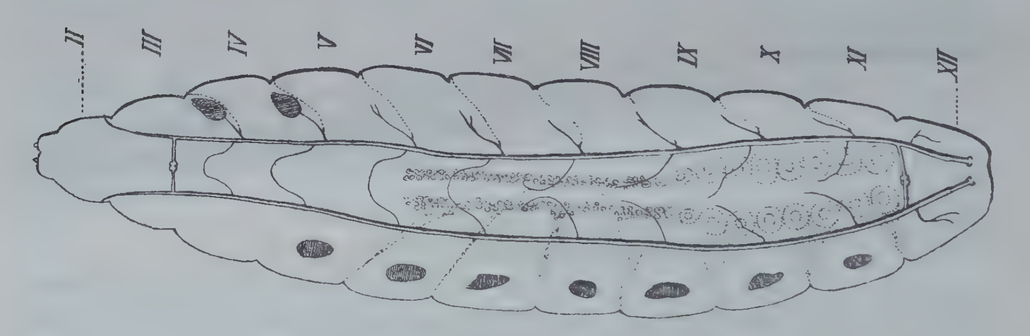


Fig. 1. — Vue dorsale schématique d'une larve de Muscide. En pointillé : les *cellules péricardiales,* dans la région moyenne; les *ailes,* du côté gauche; les trachées stigmatiques rudimentaires, du côté droit. Indiqués par des hachures : les histoblastes thoraciques dorsaux et les groupes œnocytiques latéro-dorsaux.

pour des insertions viscérales diverses. Le nombre répond, sauf les fluctuations indiquées par le cas de *Bigonichæta,* à celui des chambres. L'allure générale est celle de muscles transversaux, comme celle des grandes ailes, ou de muscles viscéraux pluripolaires, où la direction transversale, si nettement marquée dans l'élément complètement différencié, n'est souvent qu'ébauchée. Du même coup il devient manifeste que les grands muscles aliformes, terme dernier d'une évolution dont on retrouve dans les petits à peu près toutes les étapes, ne sont que d'énormes cellules musculaires viscérales à insertions multiples, orientées et principalement développées dans le sens transversal.

Ainsi compris, le vaisseau dorsal d'une larve de Brachycère se superpose, au degré de développement près, à celui d'une larve de Némocère, comme *Cecidomyia* ou *Ctenophora*.

II. *Appareil respiratoire.* — On y trouve deux ordres de parties rudimentaires métamériques :

a. D'abord des stigmates et des trachées stigmatiques.

Les larves dont il s'agit n'ont, comme on sait, de stigmates fonctionnels qu'aux segments XII et II, ou même au segment XII. En fait, on peut reconnaître sur tous les autres segments, le troisième excepté, une ébauche identique à celle déjà vue par Weismann au segment II des larves récemment écloses, et qui, d'ordinaire, est remplacée à la première mue par un stigmate fonctionnel. Elle se voit sur le côté, dans la zone antérieure du segment, sous la forme d'un détail cuticulaire mal défini auquel aboutit un cordon hypodermique se détachant de la trachée métamérique correspondante (cordon pointillé, côté droit de la figure), caractérisé comme une trachée stigmatique rudimentaire à la fois par ses rapports, par l'intima spiralée, terminée en doigt de gant, qui en marque l'origine et, par une ligne hyaline, le reste du canal aérifère. Stigmate et trachée stigmatique sont soumis à la mue, comme les organes correspondants du douzième ou du deuxième segment.

Ces organes sont bien visibles chez des larves jeunes, maigres et transparentes, conditions assez souvent réalisées chez les endoparasites. Palmen (1877) en a admis l'existence par voie de généralisation, sans les avoir observés. Nos résultats diffèrent d'ailleurs de ses vues théoriques sur deux points importants : 1° nous ne trouvons point le stigmate qu'il signale au segment III ; 2° les rudiments des trois derniers stigmates, qui, suivant lui, se réunissent pour constituer le gros stigmate à trois fentes de la larve tertiaire, persistent à leur place originelle, et le stigmate postérieur définitif, quel qu'en soit l'aspect, résulte de la modification progressive de ses formes jeunes.

b. Nous ne ferons guère que mentionner, sous le nom de *trachées communicantes dorsales*, une autre catégorie d'organes rudimentaires métamériques.

Il existe normalement, aux segments III et XII (situation en réalité un peu variable), deux larges voies trachéennes transversales, mettant en rapport les deux trachées maîtresses. Un nodule médian souvent visible, bien dessiné par Weismann, sur la voie postérieure, semble indiquer qu'elles sont dues à l'éboulement de deux trachées symétriques. Or, entre ces voies extrêmes plus larges, chaque trachée longitudinale émet huit branches in-

ternes métamériques, qui peuvent s'épuiser en se ramifiant, ou s'abouter avec leurs symétriques en donnant des trachées communicantes grêles (*Thrixion, Uclesia*); ce sont manifestement des homologues demeurés rudimentaires des grosses trachées extrêmes.

ACOUSTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la voix chantée.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Un sujet déterminé peut émettre un certain nombre de notes qui constituent la tessiture de sa voix; aux notes graves de cette tessiture correspond ce qu'on appelle le *registre de poitrine;* aux notes aiguës, le *registre de tête.* Entre ces deux registres, il existe un passage plus ou moins marqué; c'est le mécanisme de ce passage que je vais étudier aujourd'hui.

1° *Fait anatomique.* — Tous les muscles intrinsèques du larynx sont innervés par le récurrent, les deux crico-thyroïdiens sont seuls innervés par le laryngé externe; ils

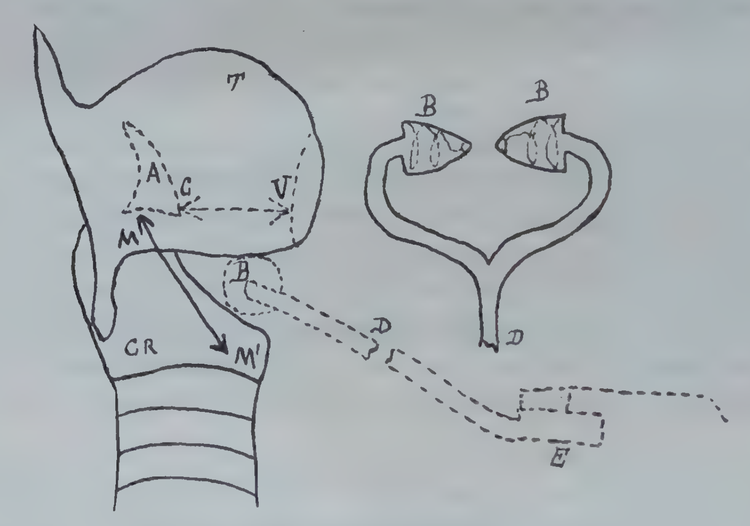


Fig. 1. — Vue latérale schématique du larynx.

A, cartilage aryténoïde; BB, tambours de Marey communiquant par le tube D avec un tambour à levier E; CV, corde vocale; MM', muscle crico-thyroïdien allant du cartilage cricoïde CR au cartilage thyroïde T.

ont donc une indépendance spéciale; ces deux muscles font basculer le cartilage thyroïde sur le cricoïde en rapprochant ces deux cartilages en avant; ce sont des tenseurs des cordes vocales (*fig.* 1).

2° *Fait expérimental.* — Si, au moment du passage de la voix de poitrine à la voix de tête, il y a une contraction brusque du crico-thyroïdien, l'espace compris en avant

entre ces deux cartilages doit diminuer de grandeur et l'on doit pouvoir constater cette diminution au moyen du cardiographe de Marey, modifié par Zünd-Burguet.

Cet instrument est placé de chaque côté du cou dans l'espace limité par le thyroïde, le cricoïde et le muscle crico-thyroïdien ; les deux tambours communiquent ensemble et avec un tambour inscripteur au moyen d'un tube en Y (*fig.* 1).

Or, on constate toujours deux phénomènes différents qui sont absolument nets, qu'on fasse l'expérience sur des larynx d'hommes (tracés II et III) ou sur des larynx de femmes (tracés I et IV) (*fig.* 2).

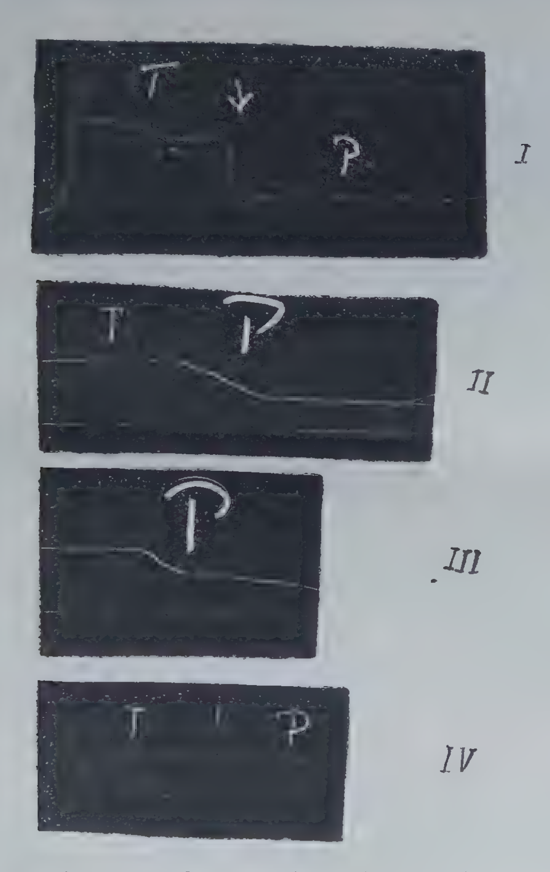


Fig. 2. — Différents tracés montrant le passage de la voix de poitrine P à la voix de tête T.

Premier cas. — Il y a une différence très marquée entre les deux registres; alors il se produit une contraction brusque des deux muscles crico-thyroïdiens; c'est le tracé I (*fig.* 2) : on a deux plateaux, le plateau inférieur correspondant au registre de poitrine, le plateau supérieur au registre de tête.

Deuxième cas. — Le passage de la voix de poitrine à la voix de tête est moins marqué, alors la courbe monte peu à peu et, chez certains artistes, elle est presque continue, sans raccordement; les tracés II, III et IV montrent bien les différences intermé-

diaires. Le crico-thyroïdien peut donc, ou se contracter brusquement, ou se contracter peu à peu de manière à produire la tension progressive des cordes vocales.

Si, en même temps, on photographie les vibrations de la voix, non seulement on connaît les notes qui appartiennent au registre de poitrine et au registre de tête, mais encore on détermine les notes qui manquent, c'est-à-dire les trous de la voix : le sujet qui a fourni le tracé I a une voix tremblée, d'inégale intensité, et deux notes manquent au moment du passage du plateau inférieur au plateau supérieur. Au contraire, le sujet qui a fourni le tracé IV a une voix régulière et il ne manque pas une seule note.

Les professeurs de chant ont donc bien observé ce phénomène de passage dû à la contraction du muscle crico-thyroïdien, mais les noms de *voix de poitrine* et de *voix de tête* semblent assez mal choisis, car ils peuvent induire les élèves en erreur : il n'y a en effet qu'une voix due à la vibration aéro-laryngienne produite au niveau de la glotte; il conviendrait mieux de se servir du terme *registre grave* et *registre aigu;* en effet, les expressions *registre épais* et *registre mince,* dont on se sert quelquefois, ont l'inconvénient de supposer qu'on connaît bien la relation entre l'épaisseur des cordes vocales et la note fondamentale laryngienne, ce qui n'est pas exact, pour le moment du moins.

Cette théorie de la formation des deux registres a été souvent combattue; la contraction du muscle crico-thyroïdien n'est peut-être pas le seul phénomène qui se produise au moment du passage, mais elle se produit toujours, et elle est facile à mettre en évidence.

Conclusion. — Quand le passage entre les deux registres, grave et aigu, est très marqué, le tracé des vibrations montre que la voix est tremblée et que certaines notes font défaut; les professeurs de chant ont donc raison d'employer les méthodes qu'ils croient utiles pour faire disparaître ce passage.

PHYSIQUE. — *Action de l'encre sur la plaque photographique.*

Note de M. Guillaume de Fontenay, présentée par M. d'Arsonval.

M. le commandant Darget a récemment communiqué à l'Académie des Sciences une suite d'expériences desquelles il concluait que l'organisme humain serait une source de radiations agissant sur le gélatino-bromure d'argent à peu près à la façon des rayons X ou des rayons β et γ du radium.

Voici le fait principal sur lequel cet observateur fondait son affirmation :

On applique contre la couche sensible d'une plaque au gélatino-bromure le côté *blanc* d'une feuille de papier dont l'autre face porte un texte manuscrit ou imprimé.

On enveloppe le tout dans du papier noir, puis dans du papier rouge. Enfin on maintient contre le front, au moyen d'un bandeau, pendant 30 minutes ou 1 heure, la plaque ainsi préparée, en ayant soin que le dos de la plaque se trouve du côté du bandeau et que, conséquemment, l'émulsion se trouve du côté du front, dont elle est séparée par une épaisseur de papier rouge, une épaisseur de papier noir et enfin par la feuille de papier-cliché. Après développement, la plaque porte assez souvent une reproduction plus ou moins exacte des caractères ou des dessins tracés sur le cliché-papier.

Comme il me paraissait peu vraisemblable et qu'en tout cas il n'était nullement prouvé qu'un tel résultat fût produit par une radiation quelconque de l'organisme humain, j'ai repris les expériences de M. Darget en partant d'une hypothèse toute différente : l'hypothèse d'une action chimique de l'encre sur la couche sensible.

Ce point de vue s'est montré avantageux, car j'ai pu, dès les premiers essais, éliminer l'hypothèse des prétendues radiations. En effet, tout en actionnant une plaque avec mon front suivant la méthode Darget, je soumettais une plaque-témoin, pendant le même temps, à une source artificielle de chaleur humide, et j'obtenais, après développement dans le même bain, deux clichés absolument comparables.

Voici probablement ce qui se produit :

La transpiration insensible de la peau (qu'on imite artificiellement au moyen d'un dispositif bien simple que je ne décrirai pas ici) distille en quelque sorte à travers les enveloppes et vient se condenser sur la gélatine de la plaque relativement froide après avoir traversé en dernier lieu la feuille de papier-cliché. On comprend que les molécules qui viennent de traverser une partie encrée aient une action bien différente de celles qui ont traversé du papier blanc et qu'ainsi les caractères se trouvent reproduits. Il y a 12 ans déjà que le capitaine Colson nous a décrit l'action de l'encre à sec sur la plaque au gélatinobromure [1].

Cependant, sans rappeler le détail d'observations bien connues, j'appellerai l'attention sur certaines différences que j'ai remarquées entre les faits Colson et les nouvelles expériences. Voici les principales :

1° Le contact est fort abrégé. De 2 ou 3 jours il est réduit à 2 ou 3 quarts d'heure; mais le capitaine Colson opérait à froid et à sec : il n'est pas surprenant que l'espèce de distillation dont je parlais tout à l'heure multiplie considérablement l'action de l'encre.

2° Il n'est plus nécessaire que l'encre soit au contact de la couche sensible. Les caractères peuvent être tracés soit au recto, soit au verso du cliché-papier. Cependant,

(1) R. Colson, *La plaque photographique*, 1897, p. 14, 15, 16, et passim.

et surtout avec les papiers d'épaisseur sérieuse, l'action est plus énergique pour les caractères tracés au recto, c'est-à-dire en contact avec le gélatinobromure.

3° Il est inutile de voiler la plaque avant de la soumettre à l'action de l'encre ou après l'y avoir soumise et avant de la développer (voile préalable et voile ultérieur de Colson).

Mais le point le plus intéressant et que je signale plus expressément est le suivant. Dans ces expériences, l'encre n'agit pas, comme dans les expériences du capitaine Colson, en fournissant toujours un négatif. Elle fournit tantôt un négatif, tantôt un positif.

Au cours des quelques expériences que j'ai pu faire, trop peu nombreuses il est vrai, je ne suis pas arrivé à préciser les causes de cette double action. Quelquefois la raison pour laquelle on obtient un positif saute aux yeux. Par excès d'humidité, il s'est produit un transport d'encre du papier à la plaque; c'est un vrai décalque, comme si l'on s'était servi d'encre à copier. Mais bien souvent il n'apparaît pas que ce phénomène à côté soit venu à se produire, et cependant l'inscription est encore positive. Parfois aussi une partie des inscriptions est positive, l'autre négative. J'ai même obtenu de temps en temps pour un même trait une partie noire correspondant au trait lui-même du cliché-papier ou à sa partie centrale, et une sorte d'empâtement clair, négatif, s'étalant à droite et à gauche, comme si la gélatine avait *bu*.

Les causes qui entrent en jeu dans ces phénomènes sont si multiples et si complexes qu'il y aurait lieu d'instituer des expériences absolument méthodiques, ce que je n'ai pu faire. Il faut tenir compte de la nature et de la composition de l'encre (¹), de son état de fraîcheur ou d'oxydation, de l'état hygrométrique du cliché-papier et des enveloppes noire et rouge. La plaque elle-même peut être plus ou moins sèche. Enfin, le degré de pression qu'elle supporte peut bien aussi ne pas être indifférent au résulttat. Les observateurs qui auront le temps et la patience de continuer cette étude en ne faisant varier à chaque fois qu'un seul de ces divers facteurs arriveront certainement à préciser les causes de ces divergences curieuses.

Je signalerai en terminant que je n'ai jamais pu obtenir deux des résultats annoncés par M. Darget. L'encre d'imprimerie est toujours restée inactive dans mes expériences. Le capitaine Colson, lui aussi, l'avait trouvée inactive.

(¹) L'encre dont je me suis servi et que fabrique la maison Herbin porte la désignation commerciale de *La perle des encres*.

D'autre part, M. Darget a obtenu la reproduction de clichés-papiers qui avaient été placés au dos de la plaque, ce qui exclurait toute action chimique.

En ce qui concerne l'encre d'imprimerie, je ne peux que me borner à constater cette différence de résultats. J'ai pourtant essayé de très vieilles encres provenant d'ouvrages anciens et des encres fraîches empruntées à des journaux de la semaine; mais je reconnais volontiers que les encres grasses n'ont pas toutes la même composition et que j'ai pu jouer de malheur.

Cependant le fait de plaques impressionnées à travers le verre m'a fait penser que peut-être aussi M. Darget avait omis de prendre certaines précautions indispensables, comme de tenir ses clichés-papiers à l'obscurité durant quelques jours avant de les utiliser. Si de tels soins ont été négligés, si des papiers insolés ont servi aux expériences ou si encore l'éclairage du laboratoire n'était pas inactinique au moment de la préparation des enveloppes, il ne faut pas s'étonner outre mesure des résultats obtenus par cet observateur.

PATHOLOGIE. — *Traitement de la Baléri chez le cheval par l'orpiment.* Note de MM. A. **Thiroux** et L. **Teppaz**, présentée par M. Laveran.

Nous avons rapporté, au mois d'octobre 1908 [1], les résultats obtenus dans le traitement par l'orpiment seul, ou associé à l'atoxyl, chez les chevaux, atteints de Souma et de trypanosomiase des chevaux de Gambie. Nous pouvons indiquer en passant que les animaux qui ont été l'objet de notre première Communication sont toujours en parfait état de santé. Nous n'avions pas pu, à cette époque, donner les résultats obtenus dans le traitement de la Baléri par l'orpiment seul, les expériences étant en cours.

Le traitement appliqué a été le traitement par l'orpiment seul, tel que nous l'avons indiqué dans notre précédente Communication. Grâce au bon état du cheval mis en expérience, nous avons même pu écourter ce traitement, qui a été institué ainsi qu'il suit : 1er jour, 20^{g} d'orpiment; 4e jour, 25^{g}; 7e, 30^{g}; 10e, 30^{g}; 13e, 30^{g}; 16e, 30^{g}; 17e, 30^{g}. 8 jours de repos et second traitement, comprenant seulement cinq ingestions à 3 jours d'intervalle. Il est possible que, dans les trypanosomiases que nous avons reconnues curables par l'orpiment, le traitement puisse être réduit aux sept premières ingestions.

---

(1) Thiroux et Teppaz, *Traitement des trypanosomiases chez les chevaux par l'orpiment seul ou associé à l'atoxyl* (*Comptes rendus*, 12 octobre 1908).

Le cheval traité pour Baléri a été inoculé le 5 septembre sous la peau de l'encolure avec *Tr. Pecaudi* [virus que nous avons recueilli à Nianing au cours d'une mission relative aux trypanosomiases (1)]; il s'est infecté le 19, et il a présenté, entre le 20 et le 30, un état général mauvais et de l'œdème des boulets. Il a terminé son traitement le 3 novembre. Depuis cette époque, 2 mois environ, son état général est resté très satisfaisant. L'agglutination globulaire a été constamment nulle et l'on n'a jamais observé de trypanosomes dans le sang circulant. Nous considérons l'animal comme guéri.

Les trois trypanosomiases que nous avons reconnues curables par l'orpiment : trypanosomiase des chevaux de Gambie, Souma et Baléri, occupent une zone considérable; leur territoire s'étend du 15e degré et presque des rives du Sénégal et du Haut-Niger jusqu'au Congo et à l'Est jusqu'au Tchad, peut-être même au delà. Ce sont ces trois trypanosomiases que Bouet (2) retrouve à la côte d'Ivoire et au Dahomey. Martin et Lebœuf (3) les signalent au Congo à côté de *Tr. congolense*. Kérandel (4) les observe dans la Haute Sangha, le Logone, l'Ouahame et le Chari-Tchad. Pécaud et Cazalbou ont étudié sur les bords du Haut-Niger les trypanosomes qui portent leur nom, retrouvés depuis par Bouffard et, si Dutton et Todd n'ont signalé en Gambie que *Tr. dimorphon* chez les chevaux, c'est qu'il ont confondu les trois parasites en une seule espèce, depuis démembrée par Laveran.

On peut donc affirmer qu'avec l'orpiment on possède, actuellement, un moyen sûr de guérir chez les chevaux les trypanosomiases qui sont transmises par les Glossines, les plus répandues dans tout l'Ouest africain. Il ne reste plus guère à y étudier, parmi ces trypanosomiases, que celles plus rares qui sont dues à *Tr. congolense* et à *Tr. Brucei*.

Les trypanosomiases à tabanides, dont le Surra ou M' Bori est le type, et qui sévissent au nord du Sénégal et du Haut-Niger (au nord du 15e degré), semblent plus difficiles à guérir; les études que nous poursuivons au sujet de leur traitement nous donnent à penser qu'il faudra pour elles modifier un peu notre thérapeutique.

---

(1) THIROUX, WURTZ et TEPPAZ, *Maladie du sommeil et trypanosomiases animales sur la petite Côte et dans la région des Niayes au Sénégal* (*Annales de l'Institut Pasteur*, juillet 1908).

(2) G. BOUET, *Notes sur les trypanosomiases du Dahomey* (*Comptes rendus de la Société de Pathologie exotique*, octobre 1908).

(3) MARTIN, LEBŒUF et ROUBAUD, *Les trypanosomiases animales du Congo français* (*Comptes rendus de la Société de Pathologie exotique*, juin 1908).

(4) KÉRANDEL, *Trypanosomiases des Mammifères au Congo français* (*Comptes rendus de la Société de Pathologie exotique*, octobre 1908).

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Études sur le cancer des Souris. Sur différents types de tumeurs spontanées apparues dans un même élevage.* Note [1] de MM. L. **Cuénot** et L. **Mercier**, présentée par M. Dastre.

On connaît actuellement de nombreux types de tumeurs spontanées chez la Souris, et l'on peut dire avec Borrel qu'on a retrouvé chez ce Rongeur toutes les formes de cancer décrites chez l'Homme.

Au cours de l'année 1908, nous avons observé trois cas de tumeurs spontanées bien caractérisées dans notre élevage de Souris :

1° Un sarcome sous-cutané;

2° Une tumeur épithéliale cornée sous-cutanée;

3° Une tumeur papillomateuse du poumon.

I. *Sarcome sous-cutané.* — Tumeur du volume d'une noix siégeant au flanc gauche d'une Souris de race golden-agouti. Cette tumeur a évolué dans le courant du mois de janvier 1908.

Sur les coupes, la tumeur se trouve constituée par des îlots compacts de cellules arrondies ou fusiformes auxquelles sont intimement mêlés de nombreux leucocytes parmi lesquels les polynucléaires dominent. Les figures de mitose sont fréquentes. Il est assez difficile d'homologuer sûrement les espèces de sarcomes en raison des intermédiaires qui existent entre les divers types; le nôtre n'est pas très différent d'un sarcome à cellules polymorphes, formant la partie sarcomateuse d'une tumeur mixte décrite par Ehrlich.

L'inoculation des fragments de tumeur n'a donné aucun résultat.

II. *Tumeur épithéliale cornée.* — Énorme tumeur du volume d'une noix, siégeant à l'aisselle gauche d'une Souris golden-agouti. La Souris est trouvée morte le 1er avril 1908. A l'autopsie, nous constatons que la tumeur est bien circonscrite et qu'elle s'énuclée facilement; sur une coupe passant par le centre, on voit que la tumeur est composée de deux régions bien distinctes : 1° une région périphérique compacte, homogène, d'aspect hyalin; 2° une région centrale sèche, granuleuse. Nous n'avons pas observé de métastases.

L'étude histologique montre que la tumeur est formée de tubes épithéliaux noyés dans une gangue conjonctive renfermant de nombreuses cellules dont certaines rappellent par leurs caractères les éléments à carmin soluble que nous avons décrits dans le stroma de la tumeur B. Les tubes épithéliaux situés dans la zone périphérique de la tumeur sont constitués par une ou plusieurs assises de cellules rappelant par leur aspect les cellules des couches profondes de l'épiderme; beaucoup de ces cellules sont

(1) Présentée dans la séance du 21 décembre 1908.

en mitose. La lumière des tubes est souvent obstruée par des formations épithéliales se présentant comme des bourgeons de la paroi.

Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la périphérie de la tumeur pour se rapprocher du centre, on constate une transformation progressive en squames épidermiques des cellules épithéliales formant la paroi des tubes, si bien que la masse centrale de la tumeur est constituée par de longs boyaux entièrement cornés. Ces caractères de structure nous permettent de rapprocher cette tumeur de la tumeur molluscoïde décrite par Haaland et de la tumeur épithéliale de Erdheim.

L'inoculation pratiquée sur douze Souris n'a donné aucun résultat.

III. *Tumeur papillomateuse du poumon.* — Une Souris inoculée sans succès de tumeur B au commencement d'avril est sacrifiée le 15 juin. A l'autopsie, nous observons une tumeur du volume d'un gros pois faisant saillie à la surface d'un lobe du poumon gauche. Sur les coupes, ce nodule présente une structure différente dans la région périphérique et dans la partie centrale. La périphérie de la tumeur est constituée par des débris de tissu alvéolaire noyés dans des amas de grandes cellules renfermant de longs cristaux (*Staubzellen*). Les vaisseaux sanguins sont entourés d'une gaine épaisse de leucocytes mononucléaires; la présence de ces éléments, jointe à celle des *Staubzellen*, indique une réaction mésodermique très marquée (Borrel, Haaland). La région centrale de la tumeur a un tout autre aspect. Elle est constituée par de longues papilles, parfois ramifiées, dont la fine charpente conjonctive est revêtue d'une ou plusieurs assises de cellules cylindriques dont certaines sont en mitose.

La structure de cette tumeur est identique à celle du nodule cancéreux décrit par Haaland dans le poumon d'une Souris porteuse d'une tumeur Jensen.

Les tumeurs du poumon sont fréquentes chez la Souris. Livingood, Haaland, L. Lœb, et particulièrement Tyzzer, en ont signalé de nombreux cas. Mais, étant donné que ces tumeurs ont été souvent observées chez des Souris préalablement inoculées avec des tumeurs de types variés, il en est résulté une certaine hésitation pour savoir si, dans certains cas, les tumeurs du poumon devaient être considérées comme des tumeurs spontanées ou s'il fallait admettre une relation entre elles et la greffe (métastase ou transport d'un virus hypothétique).

D'après l'ensemble des faits et les conditions de l'expérience, nous croyons pouvoir dire qu'il n'y a aucune relation entre notre tentative de greffe de tumeur B et la tumeur du poumon que nous venons de décrire; celle-ci est donc une tumeur primaire. Nous ferons encore remarquer que les Souris porteuses de tumeurs apparentes ou soumises à l'expérimentation sont seules autopsiées avec soin; aussi il est naturel de trouver chez ces animaux la majeure partie des cas de tumeurs du poumon.

Nous avons cru intéressant de signaler les trois cas de tumeurs spontanées apparues dans notre élevage de Souris. Cet élevage, qui a donné un nombre

énorme d'individus, se poursuit sans interruption depuis 1899 dans les mêmes conditions, et c'est la première fois, depuis 9 ans, qu'on constate l'apparition de tumeurs qui se trouvent être de trois types différents.

Ce fait, rapproché des cas signalés par Tyzzer (sur seize Souris porteuses de tumeurs spontanées, quatre présentaient deux tumeurs de types différents), nous paraît présenter un grand intérêt. En admettant l'existence de virus cancéreux, quel que soit ce virus et le mode d'infection, il serait bien extraordinaire que les trois types de tumeurs décrits ci-dessus aient été déterminés la même année par trois virus différents et spécifiques. Il est plus simple de croire qu'un virus unique a pu provoquer l'apparition de tumeurs variées.

Ajoutons pour mémoire que nous avons constaté la présence fréquente d'endo- et d'ectoparasites dans notre élevage de Souris : des Cestodes (foie et intestin), un Sarcosporidie, un Acarien (*Aleurobius farinæ* De Geer) vivant dans les cages et dont la présence a été constatée très fréquemment depuis 4 ans environ.

CHIRURGIE. — *Énorme calcul urique de la vessie urinaire chez l'homme.* Note de M. A. Guépin.

Il s'agit d'un homme vigoureux de 68 ans, glycosurique, graveleux ancien quoique sobre et actif, porteur d'un énorme calcul, que j'ai dû opérer, en ville, par la cystotomie sus-pubienne.

Le calcul, adhérent aux parois vésicales, est de forme ovoïde un peu aplatie, d'aspect rugueux, de couleur rouge brun, très dur, long de $8^{cm},5$, large de $6^{cm},8$, épais de $4^{cm},5$ et pesant à l'état sec 220^{g}.

Les calculs qu'on retire d'ordinaire (par la lithotritie ou la taille) pèsent en moyenne de 12^{g} à 15^{g}; leur plus grande dimension ne dépasse guère $2^{cm},5$ et ils ont, comme celui-ci, la forme classique en galet. Il ne s'agit ici que des calculs uriques.

Or malgré le volume de la pierre le malade a pu vivre le temps nécessaire à son prodigieux accroissement. Complètement guéri de l'opération le 21 octobre dernier, il a quitté la maison de santé pour reprendre ses occupations.

Le fait est donc, à tous points de vue, tout à fait exceptionnel et, bien que j'aie eu l'occasion d'intervenir très souvent chez les calculeux, je n'en connais pas d'analogues.

OCÉANOGRAPHIE. — *La source de la Bise dans l'étang de Thau.* Note de MM. CHEVALLIER et SUDRY.

Dans la crique de l'Angle, dépendance de l'étang du Thau, entre Balaruc-les-Bains et Bouzigues, jaillit d'une trentaine de mètres de profondeur une source thermale connue sous le nom de source *de l'Abysse* ou *de la Bise*.

L'entonnoir qui donne naissance à la source s'ouvre par des fonds variant de $2^m,8$ à $3^m,4$; sensiblement circulaire à l'isobathe de 5^m où il a un diamètre de 100^m environ, il devient peu à peu elliptique et se termine par un orifice étroit situé à $29^m,50$ au-dessous du niveau de l'étang. Ce point le plus profond se trouve à 150^m de la rive est, dans la direction du clocher de Bouzigues.

Le filet d'eau s'échappe du fond avec une faible section, mais sous une pression assez forte; il s'élargit au fur et à mesure qu'il s'élève et produit à la surface un remous ou bouillonnement perpétuel de 8^m à 10^m de largeur, parfaitement visible de la falaise de Balaruc, même quand l'étang est agité par les vagues. Le bouillonnement n'est pas stationnaire, il se déplace et ne se trouve, pour ainsi dire, jamais exactement au-dessus de la source.

En hiver, l'existence de la source se révèle par la présence de vapeurs qui se condensent en une sorte de brouillard. La température à la surface, au centre du bouillonnement, était au mois de septembre 1908 de $21^o,2$; à 29^m de profondeur on a trouvé $21^o,3$; mais vu la rapidité avec laquelle les filets d'eau chaude se diffusent dans les profondeurs, il est probable que la température de la source au point exact où elle sort de terre est légèrement supérieure à $21^o,3$.

L'analyse d'échantillons recueillis de 5^m en 5^m depuis la surface jusqu'au fond montre que l'eau de la Bise a une densité inférieure à celle de l'étang.

Sa composition se rapproche de celle des sources minérales voisines de Balaruc-les-Bains. Comme ces dernières, elle contient moins de chlore et plus d'acide sulfurique que l'eau de mer n'en contiendrait à densité égale. Mais, par suite de l'impossibilité de la récolter complètement, exempte de tout mélange avec les eaux voisines de l'étang, on ne peut déterminer exactement sa minéralisation.

La région Balaruc, environs de la Bise, Roquerols est une portion effondrée des monts de la Gardiole qui auparavant se prolongeaient jusqu'au mont de Cette ; on y observe de part et d'autre les mêmes masses de calcaire compact du jurassique supé-

rieur. L'îlot de Roquerols et les quelques rochers épars qui affleurent aux environs de la pointe de Balaruc et jusque tout près de la Bise seraient les derniers vestiges de ces terres disparues. C'est dans cette région disloquée qu'ont pris naissance les trois sources thermales de Balaruc-les-Bains, toutes chlorurées sodiques, de composition à peu près identique, mais de température différente : source romaine 48°, source Bidon 19° et source communale 16°, les deux dernières moins importantes. La source de la Bise ayant une composition analogue et se trouvant dans la même région doit avoir la même origine et communiquer plus ou moins facilement avec elles. Cette hypothèse expliquerait alors clairement l'augmentation ou la diminution du débit et de la température de la source chaude de Balaruc, lorsque le niveau de l'étang s'élève ou s'abaisse ; on avait supposé à tort, pour expliquer ce phénomène, que la source de Balaruc avait une origine sous-marine et était ainsi alimentée par l'eau de l'étang. En effet, lorsque, par les vents du Sud, le niveau de l'étang augmente, la source de la Bise ayant une pression plus considérable à vaincre pour sortir de son orifice, reflue en partie vers la source de Balaruc qui voit ainsi son débit augmenter.

Quand, au contraire, par les vents du Nord, le niveau de l'étang s'abaisse, la pression au-dessus de la Bise s'abaisse aussi, la source jaillit plus facilement et une portion des eaux de Balaruc s'écoulent avec elle; il en résulte un débit plus faible à l'établissement thermal. Dans aucun cas l'eau salée de l'étang ne se mélange avec la source de Balaruc qui sert de régulateur ou plutôt de tube de sûreté à la source de la Bise.

Plusieurs échantillons du sol sous-marin ont été récoltés et analysés : le fond, partout très dur, est formé par un rocher calcaire, dont une vase sableuse très consistante, de nombreuses coquilles entières et brisées et des débris de Posidonies remplissent les creux jusqu'au voisinage même du point d'émergence de la source. La consistance, due à la richesse en matières organiques qui fixent indirectement le sulfate de chaux, explique comment une couche de vase peut tapisser des parois abruptes sans cesse balayées par des remous. La présence de la vase et de Posidonies à demi décomposées montre que, tandis qu'à la surface une eau moins dense se répand dans toutes les directions autour du bouillonnement en s'en éloignant, des courants profonds vont en sens inverse depuis les bords jusqu'au fond de l'entonnoir.

L'égalité de la température, se maintenant hiver comme été à peu près constante, et le brassage continuel des eaux font de la source de la Bise une station très favorable au développement des êtres vivants et permettent à des poissons migrateurs qui, pour la plupart, gagnent la mer à l'approche des froids, de séjourner dans cette partie de l'étang où les pêcheurs, en décembre, capturent avec leurs filets plusieurs centaines de quintaux de Loups et de Muges.

M. Nicolo-Alberto Barbieri adresse une Note intitulée : *Les racines dorsales ou postérieures des nerfs spinaux sont centrifuges, motrices et trophiques.*

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 janvier 1909.

Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. Jules Richard. Fascicule XXXIII : *Crustacés décapodes* (*Pénéidés*), provenant des campagnes de l'*Hirondelle* et de la *Princesse-Alice* (1886-1907), par E.-L. Bouvier, avec seize planches. Imprimerie de Monaco, 1908; 1 vol. in-4°. (Hommage de S. A. S. le Prince Albert de Monaco.).

Peintures et gravures murales des cavernes paléolithiques. *La caverne d'Altamira à Santillane* (*Espagne*), par Émile Cartailhac, Correspondant de l'Institut, et Henri Breuil; planches et figures par H. Breuil. Imprimerie de Monaco, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage de S. A. S. le Prince Albert de Monaco.)

Histoire du développement de la Chimie depuis Lavoisier jusqu'à nos jours. par A. Ladenburg; traduit sur la 4e édition allemande par A. Corvisy. Paris, A. Hermann et fils, 1909; 1 vol. in-8°.

Service géographique de l'Armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1906. Paris, 1907; 1 fasc. in-8°.

Réponse de M. Ernest Chantre *aux accusations portées contre lui au sujet de ses travaux sur la nécropole de Khozan.* Lyon, A. Rey et Cie, 1908; 1 fasc. in-8°.

L'art du repos et l'art du travail, par Duchatel et Warcollier. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1909; 1 fasc. in-8°.

La grande proposition de Fermat, par D.-K. Popoff. Sophia, imp. P.-M. Bazatyoff, 1908; 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. Gaston Bonnier, Membre de l'Institut;

n° 240, livraison de décembre 1908. Paris, Librairie générale de l'Enseignement; 1 fasc. in-8°.

Recueil de l'Institut de Botanique (Université de Bruxelles), publié par L. ERRERA; t. III, avec 164 figures dans le texte et 10 planches. Bruxelles. Henri Lamertin, 1908; 1 vol. in-4°.

Mémoires de l'Observatoire de l'Ebre; n° 3. *La section magnétique,* par E. MERVEILLE; édition française. Barcelone, Gustavo Gili, 1908; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 JANVIER 1909.

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par ALFRED GRANDIDIER. Volume IV : *Ethnographie de Madagascar,* par ALFRED GRANDIDIER, Membre de l'Institut, et GUILLAUME GRANDIDIER. Tome I : *Les habitants de Madagascar ;* 1re Partie : *Origine et division des indigènes;* 2e Partie : *Les étrangers.* Paris, Imprimerie nationale, 1908; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Recherches expérimentales sur les propriétés physico-chimiques de quelques gaz, en relation avec les travaux de revision du poids atomique de l'azote; avec 14 figures dans le texte. (Laboratoire de Chimie physique de l'Université de Genève. Directeur : PH.-A. GUYE.) Genève, Georg et Cie; Paris, Gauthier-Villars, 1908; 1 fasc. in-4. (Hommage de M. Ph.-A. Guye.)

Baromètre isothermique, par le marquis DE MONTRICHARD. Paris, imp. E. Paillet, s. d.; 1 fasc. in-4°.

L'Helianti et la question fourragère, par R. DE NOTER. Paris, O. Bornemann, 1908; 1 fasc. in-12.

Plus de disette de fourrage par la culture de l'Helianti, par R. DE NOTER. Castres, imp. Abeilhou, s. d.; 1 fasc. in-12.

Ensayo sobre la Historia contemporanea de Honduras, por CÉSAR LAGOS. San-Salvador, 1908; 1 fasc. in-8°.

Observatorio astronomico de la Universidad nacional de La Plata. Estacion astronomica de Oncativo, antecedentes historicos y cientificos, informaciones administrativas. La Plata, 1908; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

—

(T. CXLVII, Séance du 14 décembre 1908.)

Note de M. *Gerber,* Fonctionnement des présures aux diverses températures :

Page 1321, 3e ligne, *au lieu de* que la température est plus élevée, *lisez* que la température est moins élevée.

(T. CXLVII, Séance du 21 décembre 1908.)

Note de M. *Arctowski,* Sur les variations des climats :

Page 1440, ligne 16, *au lieu de* $+ 0°,38$ à Bilbao, *lisez* $+ 0°,28$.
Page 1440, ligne 27, *au lieu de* $- 0°,3$, *lisez* $+ 0°,3$.
Page 1440, ligne 29, *après* Les variations des climats, *ajouter* qui sont dues à des phénomènes d'ordre dynamique.